

FACULTÉ DE DROIT DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

L'AVENIR ÉCONOMIQUE DE LA BRETAGNE

(APPLICATIONS PRATIQUES DE LA HOUILLE BLEUE)

THÈSE POUR LE DOCTORAT

(SCIENCES ÉCONOMIQUES)

Présentée et soutenue le jeudi 10 juin 1926, à 3 heures

PAR

Jean NOYER

Avocat à la Cour d'Appel de Paris

Président : M. EDGARD ALLIX, professeur

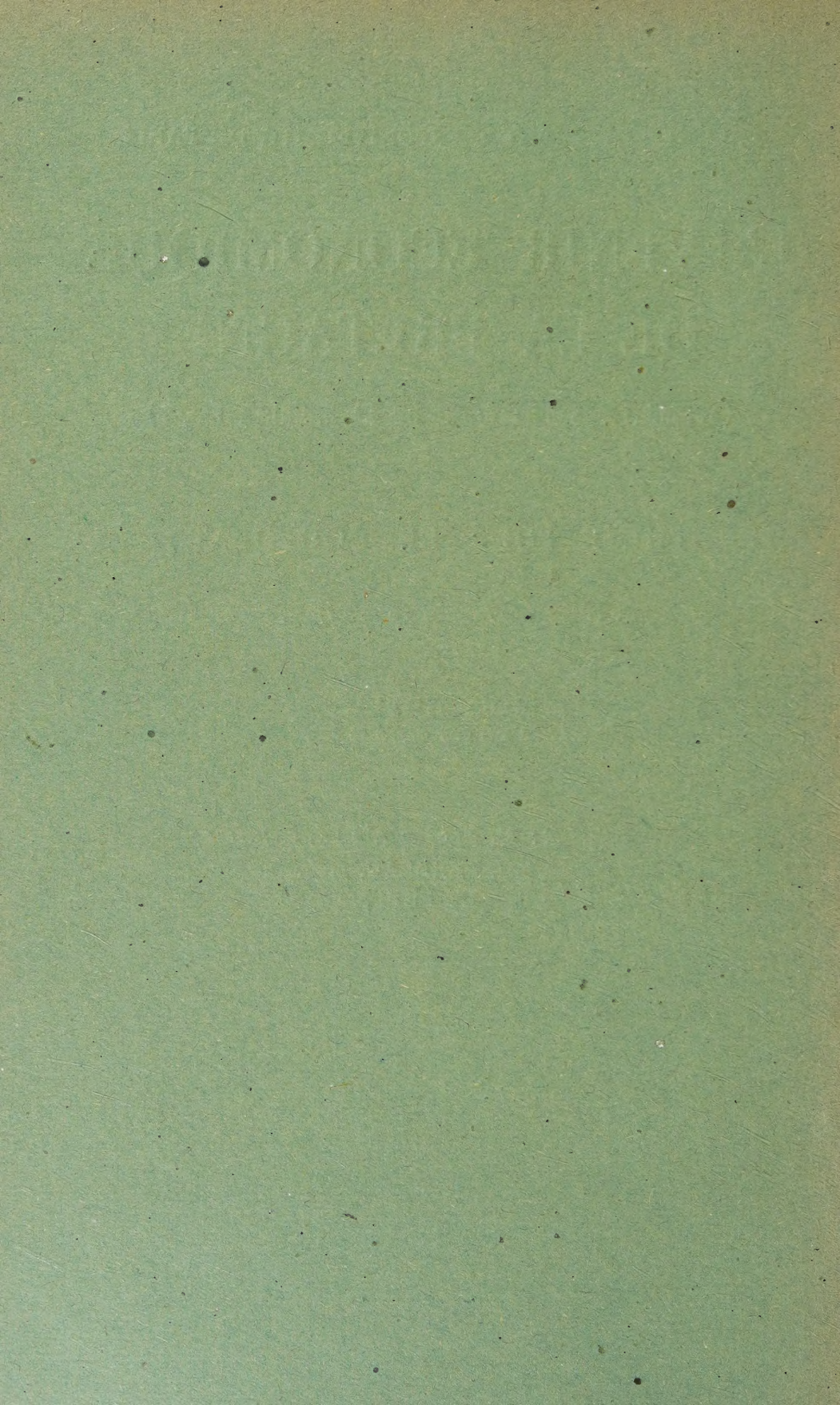
*Suffragants : { MM. PERREAU, professeur
LE FUR, professeur*

PARIS

JOUVE & C^{ie}, ÉDITEURS

15, RUE RACINE, 15

1926



THÈSE
POUR
LE DOCTORAT



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553021_0012

FACULTÉ DE DROIT DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

L'AVENIR ÉCONOMIQUE DE LA BRETAGNE

(APPLICATIONS PRATIQUES DE LA HOUILLE BLEUE)

THÈSE POUR LE DOCTORAT

(SCIENCES ÉCONOMIQUES)

Présentée et soutenue le jeudi 10 juin 1926, à 3 heures

PAR

Jean NOYER

Avocat à la Cour d'Appel de Paris

Président : M. EDGARD ALLIX, professeur

*Suffragants : { MM. PERREAU, professeur
LE FUR, professeur*

PARIS

JOUBE & C^{ie}, ÉDITEURS

15, RUE RACINE, 15

1926

La Faculté n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.



L'AVENIR ÉCONOMIQUE DE LA BRETAGNE

(APPLICATIONS PRATIQUES DE LA HOUILLE BLEUE)

INTRODUCTION

Cette étude est une contribution au régionalisme, dont il nous sera permis de rappeler tout d'abord l'objet et les réconfortants efforts.

« Famille de familles, voilà la commune ; famille de communes, voilà la province ; famille de provinces voilà la nation. » Toute la définition de la région tient dans cette formule de Maurice Barrès. Dans la société moderne, comme dans la cité antique, bien que cette réalité soit voilée par mille apparences, c'est la famille qui est l'élément fondamental, et en quelque sorte, la cellule de tous les groupements. La région est sortie de la famille, elle en est le développement. Chaque région n'est, en définitive, qu'une fédération de familles.

Une région — on disait autrefois une province — c'est l'ensemble des traditions, des coutumes, des intérêts de la fédération des familles qui habitent son territoire, familles souvent issues d'une même origine, constituant une race et liées entre elles par les innom-

brables alliances contractées au cours des siècles entre leurs enfants.

Si, demain, les cinq millions de Flamands, ou les quatre millions de Bretons, ou les deux millions d'Alsaciens, qui constituent, au nord, à l'ouest et à l'est de la France les trois plus beaux fleurons de notre couronne provinciale, étaient brusquement déportés sur un autre morceau de territoire propice au développement de leurs familles, il n'est pas douteux qu'en un quart de siècle ils auraient refait ailleurs une Flandre, une Bretagne, une Alsace. La région est donc un territoire, mais elle est surtout une race, une famille dans son épanouissement le plus achevé. Une cité est une famille qui s'est agrandie ; une région est une cité qui s'est étendue.

Un grand nombre d'esprits ont reconnu les conséquences funestes de l'excessive centralisation française. Les sociologues ont montré que, des trente petites races qui ont formé la France, certaines, comme la Gasconne et la Bourguignonne, sont en pleine décomposition et à la veille de disparaître, tandis que d'autres, au contraire, comme la Bretonne, la Basquaise, l'Alsacienne, la Flamande, sont en plein développement et c'est l'expansion de leurs familles qui fait vivre la France. Pour quelles raisons ces provinces échappent-elles à la mort ? Quelles mesures convient-il de prendre pour épargner aux régions qui vivent encore le sort de la Gascogne dont la race sera éteinte avant un siècle ?

Le régionalisme tend à reconstituer et à développer la vie régionale sous ses formes historique, géographique,

politique, littéraire et artistique, économique, à replacer les familles dans le cadre de la région. Le régionalisme est l'étude et la défense de tout le patrimoine commun aux membres d'une même famille régionale.

Dans l'étendue du territoire national coexistent plusieurs groupements régionaux, que la communauté d'habitat combine à leur tour entre eux, pour en former les organes d'un nouvel être collectif de plus grande complexité. Supprimer l'architrave nationale est une faute lourde, de nature à compromettre toute la solidité de l'édifice. C'est cette faute qu'entend corriger le régionalisme. En travaillant au progrès de l'économie régionale, il travaille au progrès de l'économie nationale tout entière.

En servant les intérêts de la Bretagne, nous servirons donc ici les intérêts de toute la France.

Aucune région française n'est plus simple et plus facile à définir que la région bretonne. Géographiquement et économiquement, elle est sensiblement délimitée par les départements du Finistère, des Côtes-du-Nord, du Morbihan, de l'Ille-et-Vilaine, de la Loire-Inférieure.

D'après le recensement de 1910, la population de la Bretagne était la suivante :

Finistère.....	773.000	habitants
Côtes-du-Nord	610.000	—
Morbihan.....	563.000	—
Ille-et-Vilaine.....	614.800	—
Loire-Inférieure.....	665.000	—
Total.....	3.225.000	—

En tenant compte des pérégrinants sur les mers, ainsi que des émigrés temporaires dans les autres parties de la France et à l'étranger, on peut dire que la Bretagne compte plus de 4 millions d'habitants. Elle est donc, à elle seule, un pays plus important que la Suisse.

Nous ne céderons pas au plaisir d'évoquer, après tant d'autres, l'enchantement des paysages bretons. Nous résisterons même à la tentation d'une esquisse ethnographique et psychologique de la famille bretonne dont les enfants, répandus au cours des siècles sur un même terroir et tous issus d'une même souche celtique, gardent de leurs origines ancestrales communes, mêmes souvenirs, mêmes habitudes, mêmes coutumes et mêmes costumes, des aspirations, des besoins, des qualités, des défauts, des intérêts communs.

■ Nous cantonnant dans le domaine du régionalisme économique, nous voudrions seulement découvrir les horizons que la force pélagique, appliquée à la production de l'électricité, ouvre à un pays jusqu'à présent aussi défavorisé et retardataire que la Bretagne au point de vue industriel.

L'une des causes principales de l'infériorité industrielle de la Bretagne a été la pénurie de charbon de son sous-sol.

Pour toute la France, d'ailleurs, la question de la force motrice s'est toujours présentée comme assez difficile. Nos houillères, situées en majeure partie dans le nord, ne fournissaient, avant la guerre, qu'à peu près

les trois quarts de notre consommation de charbon. Plus de dix millions de tonnes de houille provenaient de l'Angleterre, de l'Allemagne et de la Belgique. La guerre nous a démontré l'intérêt majeur qu'a un pays à pouvoir vivre sur son propre fonds. Dépendre d'autres pays bien pourvus en bassins houillers, ou compter trop exclusivement sur la production de ses propres houillères et autres mines de combustible, pour l'énergie nécessaire à la vie économique et à l'industrie nationale, peut devenir un grand danger.

Il faut, en outre, prévoir l'époque inéluctable et de moins en moins lointaine où les bassins houillers seront épuisés. Quelque abondante qu'elle soit, la houille ne peut suffire bien longtemps encore à une consommation sans cesse accrue. Et comme l'on ne peut envisager le renouvellement des réserves de charbon que de lents phénomènes géologiques ont accumulé dans l'écorce terrestre pendant des périodes reculées de son histoire, il convient de s'adresser à d'autres sources d'énergie.

Les gisements de pétrole s'épuisent plus rapidement encore que les houillères, et l'on peut affirmer, surtout si les besoins de l'industrie suivent leur progression ininterrompue, que, dans quelques siècles, peut-être même dans cent cinquante ou deux cents ans, nous serons obligés de demander aux forces naturelles l'énergie nécessaire.

Faut-il insister longuement sur la force du vent ? L'industrie moderne a presque partout renoncé à l'emploi de ces machines simples et économiques qu'étaient

les moulins à vent. Ceux-ci actionnaient une grande partie des meules destinées à la transformation du blé en farine ou faisaient mouvoir des pompes élevant l'eau prise dans les puits jusqu'au niveau du sol. Il paraît certain que, si l'étude et la construction du moulin à vent étaient actuellement reprises, dans les conditions que permettent de réaliser les progrès de la mécanique moderne, il serait possible de fournir à bon marché nombre d'ateliers ou de petites usines dont l'importance ne justifie pas l'installation d'un moteur plus dispendieux, à vapeur ou électrique. Mais le moulin à vent ne saurait être la force motrice des grandes usines.

On a songé depuis longtemps à puiser dans l'immense réserve d'énergie du soleil. Idée bien naturelle, puisque la quantité de chaleur qu'il rayonne chaque jour vers la terre est énorme et que son utilisation directe serait une source incomparable de richesses si l'on trouvait le moyen pratique de la transformer en mouvement pour les besoins de l'industrie. Le physicien français Pouillet a calculé que chaque centimètre carré de la Terre recevait par minute 1 calorie 7.633 (il s'agit ici de la petite calorie, celle-ci est une unité qui représente la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température de 1 gramme d'eau de 0° à 1° centigrade), ce qui revient à dire que chaque centimètre carré reçoit par année du soleil 231.000 calories. Ces chiffres supposent qu'on ne tient pas compte du pouvoir absorbant de l'atmosphère. Pouillet a trouvé qu'une telle puissance calorique suffirait à fondre en une année

une couche hypothétique de glace qui recouvrirait la Terre sur une épaisseur de 31 mètres. En réalité, il n'arrive sur un centimètre carré de notre planète que les sept dixièmes environ de ces 231.000 calories qui y parviendraient, s'il n'y avait pas d'atmosphère. C'est encore beaucoup, et l'on comprend, devant de tels chiffres, que des chercheurs audacieux aient depuis longtemps tenté d'utiliser la chaleur solaire dans les divers cas où l'on a d'habitude recours à d'autres sources calorifiques. Il n'est pas douteux que nous aurions intérêt à capter la chaleur solaire tout au moins en vue du chauffage de l'eau, puisque notre climat tempéré nous vaut de nombreux jours de soleil. Nous voyons très bien la population du midi de la France, et surtout celle de notre Afrique du Nord, remédier à l'insuffisante irrigation naturelle de leurs terres et aux longues périodes de sécheresse, dont elles souffrent chaque année, par l'irrigation artificielle éminemment économique qu'elles pourraient obtenir grâce à des appareils analogues à ceux qui ont été déjà construits en Egypte. Mais l'utilisation de la chaleur solaire pour la production de la force motrice est un problème beaucoup plus compliqué qui n'est pas encore sorti de la phase des tâtonnements (1).

Mais il est d'autres forces naturelles auxquelles on n'a pas eu vainement recours : la houille blanche et

1. Crober, *En captant la chaleur solaire, nous pourrions nous passer de charbon* Dans *la Science et la Vie*, 14 mai 1926.

la houille verte. Une grande partie de la puissance hydraulique provenant de l'utilisation des torrents et des autres cours d'eau des montagnes françaises est déjà mise en valeur.

Aujourd'hui un nouvel et admirable effort tend à l'utilisation de l'énergie de la mer. Cette énergie est double : celle des vagues, celle des marées.

La puissance destructive des vagues est formidable. Quand une vague de gros temps arrive sur un élément de rivage, elle met en jeu l'énergie représentée par sa force vive, c'est-à-dire la moitié du produit de sa masse par le carré de sa vitesse. Or cette vitesse atteint parfois 25 milles marins (46 kilomètres) à l'heure, et une vague de 10 mètres de hauteur a une masse de plusieurs milliers de tonnes, de plusieurs millions si elle est large.¹

Tous les appareils imaginés pour utiliser la force des vagues se ramènent à trois types principaux (1). Dans les uns, les vagues, s'engouffrant dans des sortes d'entonnoirs, y compriment de l'air qui va s'accumuler dans des réservoirs. Dans les seconds, des palettes mobiles reçoivent le choc des vagues et le transmettent, par une transformation du mouvement, à un axe de rotation. Dans les troisièmes, enfin, des flotteurs sont soulevés au passage de la vague pour retomber ensuite quand un creux succède à une crête ; leur mouvement alternatif de haut en bas est transformé mécanique-

1. Berget, *Les vagues de la mer, leur mécanisme, leurs lois. leur utilisation*. Dans *la Science et la Vie*, avril 1926.

ment en mouvement de rotation. L'ingéniosité des inventeurs a cherché à varier les dispositifs utilisant ces trois principes. Les essais, qui ont donné de bons résultats par temps moyens, ont été presque toujours détruits par la tempête.

Beaucoup plus sérieuses sont les expériences tendant à employer l'énergie des marées. On sait que, deux fois par jour, sous l'effet des attractions, tantôt concordantes et tantôt contrariées de la lune et du soleil, les eaux de l'océan se soulèvent et donnent naissance à une onde de marée qui se transmet à la surface des mers en faisant le tour du globe. Quant cette onde se rapproche du rivage où la profondeur est plus faible, sa force vive se communique à une masse d'eau plus petite : elle produit donc des effets plus puissants, et, suivant les conditions géographiques, elle peut imprimer à l'eau qu'elle vient ainsi « impulser » des mouvements ascensionnels considérables.

Or nos côtes de Bretagne et de la Manche sont vraiment privilégiées sous ce rapport. La marée y atteint des hauteurs qui ne sont dépassées qu'en de rares points du globe, et, dans la baie du Mont Saint-Michel, aux équinoxes, la hauteur de la marée atteint 14 mètres. Là, chaque kilomètre carré découpé à la surface de la mer correspond à 20.000 chevaux-vapeur, et, sur la superficie entière de la baie, on pourrait, grâce à un dispositif de barrages et de turbines, laissant écouler à marée basse l'eau emmagasinée à marée haute, disposer d'une force motrice de trois millions de chevaux-vapeur. Trans-

formés en courants triphasés et transportés au loin, ces 3 millions de chevaux-vapeur suffiraient à alimenter une notable partie de l'industrie française. Et il ne s'agit que de la baie du Mont Saint-Michel ! Quelle source d'énergie serait donc, pour la Bretagne et pour la nation tout entière, l'océan qui vient battre les côtes bretonnes !

En même temps qu'elle résout, pour la France, le problème général de la force motrice, l'exploitation des marées ouvre à la région bretonne de splendides perspectives d'expansion que notre but, en entreprenant ce travail, est de faire apercevoir et de rapprocher.

Notre premier soin doit être d'exposer les données techniques de l'exploitation des marées. C'est ce que nous ferons dans un premier chapitre, consacré aux usines marémotrices et au plan d'aménagement de la Bretagne.

Nous rechercherons ensuite quelles utilisations de l'électricité produite par la mer sont possibles en Bretagne, soit dans le domaine de l'agriculture et des industries alimentaires, (chap. 2) soit dans le domaine de l'industrie proprement dite (chap. 3).

CHAPITRE PREMIER

LES USINES MARÉMOTRICES LE PLAN D'AMÉNAGEMENT DE LA BRETAGNE

CHAPITRE PREMIER

LES USINES MARÉMOTRICES. - LE PLAN D'AMÉNAGEMENT DE LA BRETAGNE

L'idée d'utiliser les forces de la mer n'est pas nouvelle. Dès le ^x^e siècle, on a établi des « moulins à marée », mais ils étaient très imparfaits ; leur fonctionnement, basé sur le flot, n'était ni continu ni régulier. Ils ne rendirent que peu de services. Au ^{xviii}^e siècle, en 1737, Bélidor, savant ingénieur de l'époque, chercha à remédier à l'intermittence du fonctionnement des moulins à marée par la conjugaison de deux bassins entrant alternativement en activité afin de tirer de la marée une force continue (1).

Le moulin à mer est le précurseur et le type le plus simple des usines marémotrices. D'ordinaire, un barrage bouche un petit estuaire. Quand la mer monte, une vanne laisse pénétrer le flot à l'intérieur du bassin. A la pleine mer, on ferme la vanne, et, lorsque la mer a commencé son mouvement de reflux, on laisse échapper

1. Vice-amiral Amet : *La houille bleue*, extrait de la *Revue maritime*, 1922, p. 16, note.

Clamens : *Après la houille blanche nous allons avoir la houille bleue*. Dans *La Science et la Vie*, juillet 1919, p. 57.

l'eau du réservoir ; celle-ci, en sortant, fait tourner la roue à aubes d'un moulin. Ces moulins ne servaient et ne servent encore actuellement qu'à moudre des céréales.

On ne peut rien imaginer de plus simple. Mais, comme on le voit, les moulins à mer n'utilisent la force de la mer qu'à marée descendante, ce qui explique leur faible rendement et leur peu de succès.

Il existe sur la côte bretonne un certain nombre de moulins à mer. Nous ne citerons, à titre d'exemples, que ceux de Port-Manech (rivière de l'Aven), du Suler (à Loctudy, rivière de Pont-L'Abbé), et de Logonna-Daoulas (au fond de la rade de Brest, à l'estuaire de la rivière de l'Hôpital-Camfrout). Ce dernier, contrairement aux autres, est récent, il date seulement de 1852 et il a toujours fonctionné avec des turbines.

L'idée contenue en germe dans le moulin à mer devait se développer. Un grand nombre de projets, plus ou moins intéressants ou réalisables, et qui n'ont plus guère aujourd'hui qu'un intérêt historique, ont été conçus, dans le cours du xix^e siècle et au commencement du xx^e, pour utiliser la force des marées. De 1837 à 1918, on ne compta pas moins de 94 brevets pris en France en ce domaine, sans parler d'une vingtaine d'études techniques, dont celle de l'aménagement du bassin d'Arcahon (1).

En 1890, notamment. M. Decœur, ingénieur des Ponts-et-Chaussées, préconisa un ingénieux système

1. Clamens, *loc. cit.*, p. 59.

pour l'utilisation hydraulique des endiguements de l'embouchure de la Seine. Le cycle comportait deux bassins, le supérieur alimenté par sa mise en communication avec la mer libre durant la dernière partie du flux, l'inférieur se vidant pendant la dernière partie du reflux. Dans le système Deccœur, les deux bassins étaient accouplés et communiquaient entre eux à travers les turbines installées dans un barrage transversal, qui permettait d'établir une différence entre leurs niveaux respectifs. Le système avait l'avantage très appréciable de n'exiger qu'un seul jeu de turbines pour le travail de deux bassins (1).

Plus tard, un autre ingénieur, M. Maynard, étudia les diverses manières d'aménager la baie de la Rochelle, celle de Rothéneuf et de la Rance, pour l'établissement d'usines ; dans le brevet qu'il prit en février 1918, il émettait l'idée de petits bassins ou puits d'équilibre, dont le fond serait au niveau des plus basses mers, et dont les murs d'enceinte s'élèveraient au-dessus des plus hautes mers ; ces puits auraient eu pour but de réaliser une hauteur de chute constante pour le débit régulier des turbines, alimentées toujours dans le même sens (2).

La question de l'utilisation de la force des marées, qui avait pris un regain d'intérêt au cours de la guerre, devint plus vivante que jamais après l'armistice par

1. Vice-amiral Amet, *loc. cit.*, p. 19.

2. Maynard, *Etude sur l'utilisation de la force des marées*. Dans *Revue générale de l'électricité*, 1918.

suite des hauts prix atteints par les combustibles, le fret et la main-d'œuvre.

Au début de 1919 une Commission, dite de la « houille bleue », émanation du « Comité d'Etudes et de recherches scientifiques pour l'aménagement et l'utilisation des forces hydrauliques », fut instituée pour s'occuper spécialement des problèmes relatifs à l'utilisation des marées (1).

Dès octobre 1919, cette Commission s'était formé l'opinion qu'il pouvait y avoir un parti utile à en tirer. Mais, comme personne n'avait encore réalisé, ni même étudié les types de moteurs hydrauliques appropriés au cas très spécial des énormes masses d'eau, des chutes faibles et incessamment variables, de l'action corrosive de l'eau de mer et autres difficultés particulières à l'exploitation des marées, la Commission estima que la première chose à faire devait être d'en poser le problème aux constructeurs de turbines suivant un programme défini : une expérience à champ restreint pourrait ensuite être réalisée par l'administration dans une station d'essai. L'estuaire de l'Aber-Wrac'h, situé près de Brest, fut choisi après certaines hésitations comme lieu d'expérience.

Ainsi l'usine marémotrice passa du domaine de la théorie dans celui des réalisations positives.

Pour comprendre et mesurer la force pelagienne de

1. Vice-amiral Amet, *op. cit.*, p. 3 et 4.

la Bretagne, fondement de son avenir économique, nous devons examiner les questions suivantes :

1° Comment peut-on utiliser l'énergie de la marée grâce à une usine marémotrice et en quoi consiste celle-ci ?

2° Comment se présentent les installations, actuellement en cours de construction, de l'Aber-Wrac'h ?

3° Quelles sont les possibilités de la Bretagne aux points de vue de la houille bleue et de la houille verte ?

SECTION I

QU'EST-CE QU'UNE STATION MARÉMOTRICE

On ne saurait aborder les questions relatives à l'utilisation des marées sans prendre d'abord une connaissance générale du mouvement des marées.

Le niveau de la mer varie suivant une loi $Z = 3(T)$ grossièrement sinusoïdale, dont la période T n'est qu'à peu près constante : elle reste en générale voisine de $12 \frac{T}{2}$ sur nos côtes, mais, dans certaines mers, elle est de l'ordre de vingt-quatre heures. Les deux demi-périodes de montée (flux) et descente (réflux) ne sont pas égales ; sur nos côtes, la seconde est plus longue que la première d'environ trois quarts d'heure à une heure.

Les moments de la haute mer et de la basse mer ne sont pas les mêmes en tout lieu. Si l'on considère le mouvement alternatif comme se propageant sous la forme d'une onde, il y a, entre deux points quelconques de la côte, une certaine différence de *phase*, que l'on appelle la différence d'établissement des ports. Elle peut être mise à profit pour combiner le fonctionnement de plu-

sieurs usines marémotrices et en régulariser la production d'énergie.

L'amplitude A du mouvement alternatif, c'est-à-dire la différence entre les niveaux d'une pleine mer et d'une basse mer consécutives, est très loin d'être constante ; c'est une fonction du temps et du lieu.

En un même lieu, elle varie avec le temps suivant les positions relatives de la lune et du soleil; elle passe par un maximum (vive eau) dans le cours de la période comprise entre le premier et le cinquième jour après la pleine et la nouvelle lune, et par un minimum (morte eau) au premier et au dernier quartier. Ces maxima et minima ne sont pas les mêmes à toutes les lunaisons, eu égard aux distances de la terre et aux déclinaisons variables de la lune et du soleil, ainsi qu'à l'inclinaison de la lune sur l'écliptique.

On exprime les variations de l'amplitude en un même lieu, au moyen d'un coefficient de temps c dit « coefficient marée » qui est défini comme le rapport de l'amplitude au jour considéré à l'amplitude atteinte par la marée à certains jours de syzygie bien définie astronomiquement.

Le coefficient c n'est pas seulement fonction du temps, mais aussi du lieu, c'est-à-dire que la fonction $c(T)$ n'est pas la même en tous les points du globe; toutefois, si l'on reste à l'intérieur d'une région restreinte, qui peut être encore assez vaste pour comprendre par exemple l'ensemble des côtes de France, on ne commet pas une erreur appréciable en négligeant les variations

de c avec le lieu à l'intérieur de cette zone et en admettant qu'au même instant le coefficient de marée a la même valeur en tous les points de la zone — dans le cas qui nous occupe, en tous les points des côtes françaises.

Il est alors possible de séparer les deux variables temps et lieu, et de représenter l'amplitude comme le produit du coefficient de marée, fonction du temps seul, sur un autre paramètre, fonction du lieu seul, égal à l'amplitude au lieu considéré de la marée de coefficient c égal à l'unité.

On prend, en réalité, la demi amplitude u de cette marée, que l'on appelle « unité de hauteur », et l'on a, d'après ce qui vient d'être dit :

$$A = 2 uc$$

Les procédés de captage de l'énergie de la marée peuvent reposer sur trois principes différents :

1° On a autrefois songé à utiliser la poussée de l'eau sur des flotteurs dont le mouvement alternatif aurait été transmis et transformé, d'une façon ou d'une autre, par des machines appropriées. Un tel procédé ne pouvait être accueilli. Le travail produit est toujours très faible, à cause de la lenteur du mouvement, et l'on ne recueille qu'une puissance insignifiante. Le vice-amiral Amet (1) indique que, pour faire marcher une machine d'une centaine de chevaux, il faudrait à Saint-

1. *Op. cit.*, p. 9.

Malo, en grande marée, y atteler un flotteur du déplacement d'un cuirassé. Même en y utilisant les coques de nos bâtiments condamnés, l'exploitation serait loin d'être rémunératrice.

2° Un autre procédé consiste à utiliser la vitesse du courant agissant par sa force vive sur les palettes ou les ailes d'organes rotatifs plongés dans le courant. Ce système, qui n'est autre que celui des anciens moulins à marée, est encore pratiqué sur des fleuves au cours rapide, tels que le Rhin et le Rhône. Mais le rendement de ces dispositifs est des plus médiocre là où le courant est toujours dans le même sens et d'une force assez régulière ; ce rendement serait insignifiant dans un courant de marée très variable en direction et intensité.

3° Le seul procédé rationnel consiste à utiliser en chute d'eau, la dénivellation variable que l'on peut établir, au moyen d'un barrage, entre la surface de la mer libre et le plan d'eau d'un bassin naturel ou artificiel.

La bassin de captage de l'énergie de la marée peut fonctionner de deux manières : à double effet ou à simple effet.

Le bassin à double effet est celui dont les turbines travaillent au flux comme au reflux, avec arrêt aux environs de la haute mer et de la basse mer pendant le temps nécessaire à l'interversion de la différence de niveau convenable entre mer libre et bassin. Le bassin à simple effet est celui dont les turbines sont actionnées dans un seul sens d'écoulement de l'eau, c'est-à-dire seulement à la marée montante ou seulement à la

marée descendante. Ce qu'il faut, en d'autres termes, utiliser, c'est la différence de niveau entre la haute et la basse mer. Le problème consiste donc à emmagasiner une grande quantité d'eau à haute mer et à la laisser écouler au moment du reflux. Ce serait le bassin à simple effet, mais, dans le bassin à double effet, la mer est considérée comme un réservoir qui se déverse dans un bassin, au moment du flux.

Quel que soit le système adopté, à simple ou à double effet, la chute créée par la différence de niveau entre le bassin et la mer cesse périodiquement d'être utilisable, savoir : toutes les fois que la différence de niveau devient inférieure à la charge minimum nécessaire pour mettre en action les turbines. Le fait se produit une fois par marée dans le cas du simple effet, deux fois dans le cas du double effet. On a donc, à ce moment-là, un arrêt qui dure jusqu'à ce que le mouvement du niveau de la mer ait rétabli la dénivellation nécessaire. Cette interruption de la puissance produite résulte des conditions mêmes du problème. Elle ne peut être évitée, si l'on a affaire à un bassin unique; elle peut l'être, au contraire, si l'on associe deux ou plusieurs bassins contigus.

Outre ces arrêts périodiques à courte fréquence, qui sont dus simplement au fait que la marée est un mouvement alternatif, la puissance recueillie varie elle-même d'un jour à l'autre, parce que l'amplitude du mouvement alternatif n'est pas constante.

Pour une installation donnée, en un lieu donné, l'é-

nergie recueillie à chaque marée est proportionnelle au carré de l'amplitude ou, ce qui revient au même, au carré du coefficient de marée.

Le problème à résoudre est donc double ; il comporte 1° La régularisation quotidienne, c'est-à-dire la suppression ou la réduction au minimum des interruptions qui se produisent à chaque marée ; et, en dehors de ces interruptions, si elles ne peuvent être évitées complètement, l'obtention d'une puissance aussi constante que possible.

2° La régularisation à longue durée, qui a pour objet de compenser l'effet des variations luni-solaires du coefficient de marée.

En fait, pour un réseau de distribution donné, on peut se demander s'il n'est pas quelquefois plus facile d'obtenir une courbe de puissance produite identique à celle de la puissance demandée que de s'astreindre à réaliser une puissance rigoureusement constante. Il n'en est malheureusement rien, parce que les irrégularités de la marée ont une périodicité luni-solaire, qui est sans commune mesure avec les fluctuations de la courbe d'utilisation, celles-ci étant d'allure purement solaire (pointes diurnes, hebdomadaires ou saisonnières) ; le problème demeure donc bien de chercher à obtenir une puissance constante.

Les organes essentiels d'une station marémotrice sont des turbines et des génératrices d'électricité (alternateurs).

La turbine est un instrument souple, susceptible de

hauts rendements quand elle fonctionne sous charge et à débit favorable, à la condition que l'eau y soit amenée et s'en échappe par des conduits adéquats, assez bien tracés pour qu'il ne s'y produise ni tourbillons ni remous, causes de déperdition de l'énergie.

La puissance maximum de la turbine n'a d'autre limite que celle résultant, soit de la chute possible, soit de la solidité des organes de transmission, soit enfin et surtout de la limite supérieure de puissance de la génératrice d'électricité entraînée par la turbine ; seulement le rendement décroît graduellement à mesure que la charge croît au-dessus de la charge normale.

On peut donc dire que la puissance minimum de la station marémotrice sera déterminée par la charge minimum capable de mouvoir utilement ses turbines, tandis que sa puissance maximum sera déterminée par celle de l'équipement en alternateurs.

Nous n'entrerons pas dans tous les problèmes que pose le régime de fonctionnement d'un bassin à marée, dans la comparaison des cycles à simple et double effet, ni dans celle des courbes de rendement des divers systèmes de turbines ou de génératrices. L'examen de tels problèmes, qui relèvent de la compétence spéciale des ingénieurs, excéderait le cadre de notre étude.

Ce que nous voudrions seulement mettre en lumière, à grands traits et en termes simples, exempts de formules mathématiques, c'est le fonctionnement général de la station marémotrice, tel que les résultats des

travaux des spécialistes l'ont aujourd'hui rendu possible.

Il apparaît facilement qu'un gros avantage de l'usine marémotrice réside dans le fait que la quantité d'énergie disponible à chaque instant peut être exactement calculée d'avance, même à plusieurs années d'intervalle.

En effet l'annuaire des marées donne :

1^o L'unité de hauteur et le moment des étales en tous les points importants de la côte française ;

2^o La valeur du coefficient de chacune des marées de l'année. Le coefficient de marée varie entre les limites extrêmes 0, 29 et 1,19, mais il atteint rarement ces valeurs et son oscillation moyenne est comprise entre 0,45 (moyenne des mortes-eaux) et 0,94 (moyenne des vives-eaux).

On connaît donc, aussi longtemps à l'avance que l'on peut le désirer, la hauteur du niveau de la mer en un lieu donné, à un jour et à une heure donnés. Une telle connaissance permet de prévoir avec exactitude les détails de la marche d'une station marémotrice, y compris toutes les manœuvres à accomplir, les puissances instantanées recueillies à tout moment etc.

Cette faculté de prévision ne peut s'exercer lorsqu'il s'agit des usines de rivière. L'énergie des rivières est soumise, par suite des périodes de crues et de sécheresse, à des fluctuations dont l'étendue et la durée sont imprévisibles, au moins dans l'état actuel de la science météorologique (1). De là des surprises et des diffi-

1. André Perret, *Les progrès de la météorologie en ces dernières années*. Conférence, 19 mai 1926, Soc. mét., 1926.

cultés d'exploitation dont se trouvent exemptes les usines marémotrices.

Toutefois de si nombreux facteurs entrent en jeu que la production d'une usine marémotrice ne peut, de l'aveu même des techniciens, être évaluée à l'avance qu'à 30 ou 40 % près.

Contentons-nous donc de cette approximation et, en face de l'avantage de l'usine marémotrice qu'elle fait cependant ressortir, voyons l'inconvénient que va faire apparaître le problème de la régularisation.

L'inconvénient est inhérent au phénomène naturel. Il provient de ce que la marée est un mouvement alternatif dont l'horaire et l'amplitude varient chaque jour ; la quantité d'énergie récupérée est donc elle-même intermittente et variable de jour en jour. Si l'on veut qu'une installation marémotrice soit capable d'alimenter à elle seule un réseau de distribution — et un essai industriel de ce genre ne peut avoir de valeur vraiment démonstrative qu'à cette condition — il convient de régulariser dans une certaine mesure l'énergie intermittente de la marée. Comment parvenir à cette régularisation ?

En combinant l'usine marémotrice avec une autre usine. Comment réaliser cette combinaison ?

L'idée de l'utilisation de la force aérienne se présente assez naturellement à l'esprit. Le moulin à vent permet d'obtenir, avec une roue de diamètre réduit, un petit nombre de chevaux-vapeur utilisables pour la production de l'énergie électrique. Dans certaines régions très exposées au vent, telles que la Bretagne, on pourrait

accumuler l'énergie produite par des séries de moulins actionnant des dynamos génératrices. Le courant, produit d'une manière ininterrompue, grâce à l'orientation variable des turbines aériennes, pourrait être recueilli dans des batteries d'accumulateurs de grande capacité. Mais, jusqu'à présent, on n'a guère employé la turbine à vent que pour réaliser de petites stations de pompage ou des installations d'éclairage électrique destinées à des fermes ou à des habitations isolées. Cette utilisation, quelque intéressante qu'elle soit, est bien modeste, et, comme nous l'avons déjà fait observer, le moulin à vent, même construit d'après les données de la mécanique moderne, ne saurait être la force motrice d'une usine importante.

Lorsqu'on cherche à combiner l'usine marémotrice avec une autre usine, ce n'est donc pas à l'énergie de de l'air qu'il faut faire appel pour mettre cette seconde usine en mouvement.

Est-ce au charbon? On sait que l'électricité est produite, à l'heure actuelle, non seulement dans des usines hydrauliques, mais encore dans les usines appelées thermiques, qui se servent, pour actionner les générateurs électriques, soit des machines à vapeur, soit des moteurs à explosion. L'évolution normale de l'utilisation de l'énergie électrique a amené les producteurs à conjuguer ces diverses sortes d'usines, les usines thermiques servant d'usines de secours à celles actionnées par la capricieuse houille blanche, et celles-ci venant en aide aux usines thermiques d'un fonctionnement plus oné-

reux, la matière première étant plus coûteuse. En fait, il n'y a plus guère de sociétés de production qui demeurent exclusivement alimentées par des usines hydrauliques. Tel est le cas de la Société générale de force et lumière qui, exclusivement alimentée par des usines hydrauliques jusqu'à ces dernières années, a créé deux centrales thermiques, notamment celle d'Oullins devant être équipée avec trois groupes de 10.000 kw. De même, l'Énergie électrique du littoral méditerranéen a adjoint aux 150.000 ch. installés dans ses usines hydrauliques, 80.000 ch. provenant de diverses centrales thermiques et notamment de celle de Sainte-Tulle.

On pourrait donc être tenté, *a priori*, de préconiser la combinaison de l'usine marémotrice avec une usine thermique. Mais une telle solution doit être repoussée si l'on considère, d'une part, que le charbon manque en Bretagne, d'autre part que l'usine hydro-électrique de rivière est beaucoup moins coûteuse que l'usine thermique, enfin que la géographie bretonne elle-même indique naturellement la liaison de l'usine marémotrice et de l'usine hydro-électrique de rivière.

Il y a, en effet, en Bretagne, de nombreuses rivières à l'estuaire desquelles il est permis d'envisager le fonctionnement combiné des deux usines dont il s'agit, la conjugaison de la houille bleue et de la houille verte. L'utilisation des petites chutes d'eau est aujourd'hui rendue possible par les turbines auto-régulatrices, dues à la collaboration de M. Barbillion, directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble, et de M. Crozet-

Fourneyron, constructeur spécialiste (1). Grâce au dispositif auto-régulateur, la régulation est assurée mécaniquement par la turbine elle-même, sans aucun appareillage électrique, les causes de pannes sont par suite extrêmement réduites ; on peut dès lors assurer l'exploitation automatique de chutes d'eau de puissance moyenne ou de petite puissance.

Le schéma de la combinaison que nous recherchons sera donc le suivant : l'usine hydro-électrique de rivière entrera en activité lors des arrêts périodiques de l'usine marémotrice, c'est-à-dire environ toutes les six heures. De plus une installation de pompage, mue par le courant de l'usine marémotrice, permettra d'utiliser les excédents d'énergie fournis par les fortes marées pour augmenter la réserve hydraulique de l'usine d'eau douce, en renvoyant dans le réservoir une partie de l'eau déjà utilisée.

Traitant de la question du soutien et de la régularisation de l'usine marémotrice, le vice-amiral Amet s'exprime dans les termes suivants (2) : « En somme, grande médiocrité de la récolte d'énergie et de l'utilisation de la puissance installée, régime fluctuant de la puissance développée, chutes très variables et partant de bas, par conséquent turbines à petite charge normale, relativement onéreuses, encombrantes, fonctionnant

1. *L'utilisation des petites chutes d'eau est rendue possible par les turbines auto-régulatrices*, par Fourcault, dans *La Science et la Vie*, août 1924.

2. *Loc. cit.*, p. 59 et suiv.

le plus souvent dans des conditions très défavorables à leur rendement, enfin peu ou même pas de faculté de réglage de la puissance, tels sont les graves inconvénients par lesquels se paye la réalisation de la continuité de la puissance empruntée à la marée. Continuité de mauvaise qualité d'ailleurs, puisqu'elle ne s'accompagnerait pas de la faculté de régler la puissance, ni dans le cours de la marée, ni dans le cours de la lunaison, l'énergie des marées variant d'un jour à l'autre.

« On s'est ingénié à imaginer des procédés de soutien de la puissance des stations marémotrices lors des petites marées, en utilisant l'excédent de l'énergie des marées, de vive-eau. Cet excédent pourrait être employé de deux façons différentes : par *accumulation* ou par *retenue*.

« Le second de ces procédés consisterait à retenir, au moyen d'endiguements, à l'amont du bassin à marée, ou dans des baies peu profondes communiquant avec lui, l'eau des grandes marées, ou celle de cours d'eau qui y auraient leurs embouchures, cette eau retenue serait déversée, autant que possible, en la faisant travailler une première fois, dans le bassin à marée pendant la morte-eau, pour en relever le niveau de haute mer ainsi que le débit. Il ne serait possible de réserver ainsi que partie de l'énergie d'une seule marée à chaque période de vive-eau ; naturellement de la plus forte marée, car pour toute marée subséquente la mise en communication des réservoirs avec la mer libre n'aboutirait qu'à une diminution du volume de l'eau mise en réserve.

Des calculs simples permettent de se rendre compte que la superficie des réservoirs devrait être quatre ou cinq fois plus grande que celle du bassin à marée pour leur permettre de soutenir, en toute marée plus faible que celle de 0,65, la puissance développable en cette marée de 0,65 ; que la supériorité de superficie des réservoirs devrait être encore d'une fois et demie à deux fois celle du bassin pour le soutien de la puissance développable en marée de 0,55. Ces chiffres laissent peu d'espoir que la géographie offre fréquemment, au voisinage immédiat des bassins naturels aménageables en stations marémotrices, d'autres bassins naturels utilisables comme réservoirs de l'eau des grandes marées, qui soient d'assez grande étendue pour que l'énergie potentielle de leur contenu puisse compenser les insuffisances de l'énergie de morte-eau captée dans les premiers.

« Quant au procédé d'accumulation, il consisterait à économiser et mettre en réserve, sous une forme ou sous une autre, pour l'employer quand le besoin s'en ferait sentir, tout l'excédent de l'énergie récoltée en vive-eau, ou même en marées quelconques, qui n'aurait pas été consommé autrement. L'accumulation exigerait, quelque soit son genre, une machinerie spéciale (pompes ou compresseurs, etc) ainsi que des réceptacles d'énergie accumulée : soit des accumulateurs électriques ou thermiques, soit des accumulateurs d'air ou d'eau sous pression, soit enfin des réservoirs d'eau situés à une altitude plus ou moins élevée au-dessus de la mer. On a particulièrement préconisé cette dernière méthode

inspirée de celle qui est couramment employée dans les usines hydro-électriques de montagne, où le surplus d'énergie produite dans la période d'abondance de l'eau torrentielle, actionne des électro-pompes qui remontent de l'eau dans quelque bassin naturel dont le contenu servira à combler le déficit de la période des basses eaux. Le procédé serait tout à fait pratique sur nos côtes si celles-ci étaient montagneuses : on pourrait alors transformer en réservoirs, à leur voisinage, de hautes vallées que la vive-eau permettrait de remplir, dont la morte-eau consommerait le contenu. Malheureusement ni l'altitude, ni l'étendue des vallons bretons ou normands susceptibles de jouer un tel rôle ne donnent à espérer qu'on y puisse trouver souvent de bonnes opportunités d'appliquer le principe en question. »

Cependant le vice-amiral Amet ajoute qu'il est très intéressant de noter, dans le projet de station marémotrice de l'Aber-Wrac'h, l'association à l'usine marémotrice, pour régulariser sa production et maintenir la puissance pendant les arrêts du travail de ce bassin à double effet, d'une usine d'eau douce établie sous un barrage. Le vice-amiral considère que l'avenir de cette méthode s'annonce très bien.

« Il semble, toutefois, continue-t-il, que ce sont plutôt du côté de l'interconnexion qu'il convienne de chercher la solution générale, vraiment satisfaisante et économique, du problème du soutien de la puissance dans la lunaison... Par le transport à distance de l'énergie récoltée en des stations marémotrices conve-

nablement espacées dans le sens de la propagation de l'onde de marée, en pourrait faire alimenter par celles qui seraient en phase favorable de la marée, les régions de celles en phase défavorable... Mais la vraie solution, la meilleure et la plus économique de la continuité, comme aussi de la constance de la puissance d'un réseau de distribution de l'énergie empruntée à la marée, est dans leur rattachement aux réseaux alimentés par d'autres sources, thermiques et fluviales, d'énergie électrique. »

De tout ce qui précède, la conclusion se dégage aisément. Une usine marémotrice ne peut fonctionner seule, sa production étant intermittente à cause des périodes de changement de flux et de reflux. Il faut donc placer à côté d'elle une usine de complément, appelée usine régulatrice, destinée à fournir l'électricité aux périodes creuses.

Mais l'adjonction de l'usine régulatrice à l'usine marémotrice apparaît comme une solution provisoire devant prendre fin lorsque le réseau d'usines marémotrices sera établi et fonctionnera (Alors, en effet, les dernières se régulariseront les unes les autres par la différence d'heure des marées sur toutes les côtes) ou lorsque les marémotrices seront rattachées à un réseau hydro-électrique ou thermique.

SECTION II

L'ABER-WRAC'H

Divers lieux ont été envisagés comme pouvant servir de terrain favorable d'expériences dans la sphère de l'utilisation de l'énergie pélagique.

En Angleterre, un projet de station marémotrice à l'embouchure de la Severn, où les marées atteignent une amplitude encore plus grande que celle qui s'observe en baie du Mont Saint-Michel, a été étudié par des ingénieurs et discuté par la presse anglaise.

Pour nous en tenir à la France, on a tout d'abord pensé à placer la station d'essai à Rothéneuf ou Saint-Brieuc, à l'Aber-Wrac'h ou l'Aber-Benoît. De modestes crédits furent demandés et obtenus afin de permettre aux ingénieurs des Ponts-et-Chaussées du Finistère et d'Ille-et-Vilaine de se livrer à quelques études préalables, et afin d'instituer — ce qui fut fait le 1^{er} mai 1920 — un concours de turbines adaptées à l'utilisation des marées.

Les résultats de ce concours ayant été jugés satisfaisants, l'administration a demandé aux auteurs des propositions les plus intéressantes de s'entendre pour établir un projet d'aménagement de l'Aber-Benoît. Un

second consortium prit l'initiative de présenter un projet très complet de station marémotrice à l'Aber-Wrac'h.

Entre temps un autre groupement industriel saisisait l'administration d'une demande de concession de la partie amont de la Rance maritime, qu'un barrage en V à la hauteur de l'île aux Moines et de l'anse des Gâtines aurait transformé en bassin double d'utilisation des marées. L'existence de ce barrage — gêterait-il les points de vue, si justement réputés, qu'on a de Saint-Servan et de Dinard sur la Rance? Non, a-t-on dit, parce que la digue, presque dans le sens du bras de mer, serait masqués soit par Bizeux, soit par la pointe de la Vicomté. Même s'il en était autrement, ne serait-il pas permis de penser que la création de richesses, résultant de cette installation, vaudrait bien quelque sacrifice d'esthétique.

Quoi qu'il en soit, la Rance n'a pas été proposée comme un champ d'expérience de la station marémotrice. L'hésitation s'est produite entre l'Aber-Benoît et l'Aber-Wrac'h. Pourquoi ce dernier a-t-il prévalu?

Pour le comprendre, il suffit de rappeler que l'emplacement d'une station marémotrice est d'autant plus avantageux que l'unité de hauteur de la marée est plus grande.

Les unités de hauteurs de quelques ports français sont les suivantes :

1. Vice-amiral Amet, *loc. cit.*, p. 44.

Dunkerque	2,70
Calais.....	3,30
Boulogne.....	3,88
La Somme.....	4,65
Le Havre.....	3,50
Cherbourg.....	2,82
Granville.....	6,20
Cancale	6,30
Saint-Malo.....	5,70
Bréhat.....	5,00
Roscoff.....	4,11
Aber-Vrac'h.....	3,70
Brest.....	3,21
Audierne.....	2,38
Lorient.....	2,27
Saint-Nazaire.....	2,60
La Rochelle.....	2,70

Les amplitudes dans ces mêmes ports ont donc les valeurs suivantes :

	Maxima c=1,19	Moyennes c=0,73	Minima c=0,29
Dunkerque	6,45	3,95	1,35
Calais.....	7,85	4,80	1,90
Boulogne.....	9,25	5,70	2,25
La Somme.....	11,10	6,80	2,70
Le Havre.....	8,35	5,10	2,00
Cherbourg.....	6,75	4,15	1,55
Granville.....	14,75	9,05	3,60
Cancale	15,00	9,20	3,65
Saint-Malo.....	13,65	8,35	3,30
Bréhat.....	12,90	7,32	2,90
Roscoff.....	9,80	6,00	2,39
Aber-Vrac'h.....	8,80	5,40	2,15
Brest.....	7,75	4,20	1,85
Audierne.....	5,70	3,50	1,40
Lorient.....	5,45	3,30	1,30
Saint-Nazaire.....	6,20	3,80	1,50
La Rochelle.....	6,45	3,95	1,55

Si l'on étendait ce dernier tableau à différents points des côtes du monde entier, on verrait qu'un

petit nombre de régions seulement se trouvent favorisées d'une amplitude de la marée suffisante pour que l'on puisse y envisager la création d'usines marémotrices. Les régions les plus intéressantes seraient certains points des côtes de l'Ecosse, de l'Irlande, de la Patagonie, de Formose, de la Corée, et, ce qui nous intéresse tout particulièrement, les côtes bretonnes et normandes.

L'établissement d'une usine marémotrice exige une échancrure naturelle, qui ne découvre pas aux basses mers, et dont l'entrée soit assez étroite pour que l'on puisse la barrer. La largeur, toutefois, doit être suffisante pour que l'on ait la place d'installer le nombre voulu de turbines et de vannes, étant donné la puissance que l'on se propose d'équiper. Il ne faut pas oublier, en effet, que l'appareillage d'une station marémotrice est très encombrant.

Le sous-sol marin doit se prêter à l'installation du barrage. Il doit être rocheux, pour que les massifs de béton puissent y être solidement implantés ; mais cette opération ne doit pas exiger un travail de déroctage trop considérable. Aux abords du barrage, le terrain doit être suffisamment imperméable.

L'emplacement du barrage ne doit pas être directement exposé à la pleine mer, sans quoi les ouvrages seraient soumis à l'action destructive des vagues.

Enfin il faut que le bassin ne risque pas d'être comblé rapidement par le sable que la mer tient en suspension, ou, s'il s'agit d'un estuaire, par les apports de la rivière.

L'estuaire de l'Aber-Wrac'h répond parfaitement

aux conditions qui viennent d'être énumérées. C'est pourquoi, bien qu'il ne soit pas situé dans la région de France où l'unité de hauteur est la plus grande (région de Saint-Malo) (1), il a été choisi comme emplacement de la première station marémotrice.

Notamment le sol résistant au droit du barrage de l'Aber Wrac'h n'est qu'à la cote — 11, ce qui permet d'éviter une grande partie du travail de déroctage qui serait nécessaire à l'Aber-Benoît. Et surtout l'alluvionnement est insignifiant à l'Aber-Wrac'h, tandis qu'il est plus grand à l'Aber-Benoît et très grand pour l'Odet.

Le choix de l'Aber Wrac'h comme champ d'expérience étant ainsi expliqué, il reste à décrire les installations auxquelles on procède à l'heure actuelle.

Le décret du 27 août 1924 concéda à la Société Financière pour l'Industrie l'établissement et l'exploitation : 1° d'une usine marémotrice dans l'estuaire de l'Aber-Wrac'h, sur le territoire des communes de Lannilis et Plouguerneau (Finistère), destinée à servir de station d'essai pour les questions relatives à l'utilisation de la force de la mer et à produire de l'énergie électrique. 2° d'une usine barrant le ruisseau de Diouris, près du lieu dit Kerabo, sur le territoire des mêmes communes,

1. Le carré de l'unité de hauteur atteint la valeur de 32,50 à Saint-Malo, de 39,70 à Cancale, de 38,40 à Granville, contre seulement 13,7 à l'Aber-Wrac'h, 10,30 à Brest, et 6,00 au Morbihan. De là ressort l'intérêt qu'il y aurait à exploiter la marée de préférence dans le golfe malouin.

destinée également à produire de l'énergie électrique pour régulariser la production de la précédente ; 3^o de lignes de transport et de distribution d'énergie reliant les deux usines en question, entre elles et Brest.

Aux conventions passées, le 14 mai 1924, entre le ministre des travaux publics et la Société Financière pour l'Industrie, conventions approuvées par le décret, étaient joints deux cahiers des charges, l'un relatif à l'usine marémotrice de l'Aber-Wrac'h, l'autre relatif à l'usine régulatrice.

L'usine marémotrice est destinée à l'utilisation de la chute d'environ 5 mètres 30 en moyenne existant sur l'Aber-Wrac'h entre les hautes et basses mers. La puissance maximum brute de la chute concédée est évaluée à 5.000 Kilowatts environ. L'usine est située immédiatement à l'amont de la Tourelle de Beg-an-Toul, à 1800 mètres en aval du pont suspendu où le chemin de grande communication de Brest à Planguemeau traverse l'Aber Wrac'h. Le niveau maximum des eaux sera celui des plus grandes pleines mers. Le débit maximum utilisé par les 4 turbines sera de 172 mètres cubes par seconde. Le barrage-usine sera constitué par un ouvrage long de 150 mètres et large de 12 à 24 mètres, formé par trois caissons en béton armé renfermant, l'un quatre cases pour les turbines et les deux autres, symétriquement des cases pour les vannages. L'ensemble des caissons sera relié aux rives par des murs en maçonnerie ; mais, pour permettre à chaque pleine mer le passage des bateaux, une coupure de 10 mètres de

large sera aménagée dans le mur rive droite et fermée par deux simples portes d'écluses, l'une s'opposant au flot, l'autre au jusant (1).

Ce barrage séparera, de la partie aval de l'estuaire, un bassin à double effet s'étendant sur une longueur de 4 kilomètres environ, jusqu'à la digue de Pont-Creach, et dont la capacité pourra emmagasiner, suivant la hauteur des marées, 1.500.000 à 4.800.000 mètres cubes du jusant. Il y aura quatre groupes moteurs, chaque groupe formé d'alternateurs et de turbines. Les turbines tourneront à deux étages de vitesse déterminés par la variation des hauteurs de chute et ces différences de vitesse seront obtenues par une variation du nombre de pôles de l'alternateur et non par une combinaison d'engrenages. Ceux-ci n'interviendront que pour augmenter le nombre de tours de l'alternateur afin de réduire ses dimensions, et, partant, son coût.

Ces turbines marcheront neuf à onze heures environ par périodes de douze heures vingt-cinq de marée; une double chambre sera réservée de façon à ménager la possibilité d'essayer au besoin des turbines d'un modèle différent.

Quant à l'usine régulatrice d'eau douce, reliée électriquement à la précédente, elle sera constituée par un barrage de 35 mètres de hauteur, muni d'un déversoir capable de débiter 14 mètres cubes à la seconde. Elle sera placée à 5.800 mètres environ de la station maré-

motrice. Le réservoir correspondant aura une longueur d'environ 7 kilomètres sur une largeur maximum de 1 kilomètre. Sa capacité sera de 11 millions de mètres cubes; la chute utile variera de 8 à 24 mètres.

L'équipement de l'usine comprendra : 1° deux ou trois groupes formés par une turbine, un alternateur asynchrone et une pompe double centrifuge à directrices réglables, la turbine étant du type à axe horizontal, pouvant développer 1.800 à 2.700 H. P. sous chute de 29 mètres et 800 à 1.200 H. P. sous chute de 15 mètres environ. — 2° Deux groupes auxiliaires de 100 H. P. avec alternateurs dont l'un fixe la période du courant de tout le réseau et l'autre fournit du courant déwatté, quand les génératrices de l'usine marémotrice fonctionnent en régime asynchrone, et deux groupes de deux pompes de 1.500 H. P. accouplées à un moteur électrique ; 3° Un groupe de deux pompes, absorbant au maximum 3.200 H. P., pouvant être mises en marche aux moments où la production du courant électrique sera surabondante à l'usine marémotrice. Ces pompes aspireront l'eau douce, au pied du barrage, dans un réservoir intermédiaire, et la refouleront, dans le réservoir d'amont de façon à reconstituer la réserve d'eau douce.

La concession accordée par le décret du 27 août prévoyait l'emplacement de l'usine régulatrice sur le ruisseau du Diouris, C'était, en effet, le projet primitif de la Société Financière pour l'Industrie. Mais, vu le coût d'un barrage de 35 mètres de haut et de plusieurs centaines de mètres de long, on pensa ensuite à utiliser

les cascades de Saint-Herbot, au sortir des marais de Saint-Michel. L'instruction administrative du projet primitif étant déjà très avancée alors, la S. F. P. I. poursuivit l'obtention de la concession sur les bases du premier projet et ne demanda qu'ensuite la substitution de la concession de Saint-Herbot à celle du Diouris. C'est pourquoi la société concessionnaire, voulant se ménager la possibilité d'un changement et simplifier d'avance la procédure administrative de la substitution, fit introduire dans la convention générale un article 16 aux termes duquel l'emplacement de la centrale régulatrice pourra être modifié le cas échéant. Actuellement, un troisième projet a prévalu et c'est l'usine de Guerledan, en construction, sur le Scorff, qui doit constituer l'usine régulatrice.

Il est, d'autre part, à remarquer que le décret ne prévoyait qu'une simple ligne de distribution de l'Aber-Wrac'h à Brest. Un projet ultérieur prévoit un réseau général de distribution couvrant une bonne partie du département du Finistère. Dans le but de simplifier l'obtention de cette dernière concession, l'article 16 susvisé de la convention générale stipule que le tracé des lignes de distribution pourra être modifié le cas échéant.

Le fonctionnement schématique de l'ensemble est le suivant. Pendant les heures d'arrêt de l'usine marémotrice et durant certaines mortes-eaux, les turbines de l'usine de Guerledan entraîneront des alternateurs-générateurs qui produiront le courant pour maintenir la continuité de production de la station Aber-Wrac'h.

Guerlédan. Quand l'usine marémotrice fournira une puissance suffisante, l'usine de Guerlédan sera arrêtée, à l'exception d'un groupe de 100 chevaux. Le réseau général de distribution prévu couvre une notable partie du département du Finistère.

L'usine de l'Aber-Wrac'h peut produire 16 millions de kilowatts heures annuels, chiffre dans lequel l'usine régulatrice entre pour moitié.

SECTION III

LES POSSIBILITÉS DE LA BRETAGNE

L'établissement d'un réseau régional d'usines marémotrices et hydrauliques doit être solidaire du réseau national d'électricité.

Le Ministre des travaux publics a établi, ces dernières années, le programme du développement d'un vaste réseau national de distribution de lumière, chaleur et puissance électrique. Ce réseau serait alimenté dans les régions minières, par des centrales thermiques brûlant, à la sortie des puits de mines, les charbons de qualité inférieure, ou, auprès des hauts-fourneaux, l'excédent sur les besoins propres de ceux-ci, des gaz combustibles qui s'en échappent ; dans les régions de montagnes, par les hautes chutes d'eau (les étiages de celles des Alpes ne sont pas en même raison que les étiages de celles du Plateau central) ; tous nos cours d'eau aux pentes rapides seraient encore exploités dans le même but. Le réseau national de distribution d'électricité commence à s'étendre sur le nord, l'est, le sud-est, le sud et le centre de la France. Dans l'ouest et le nord-ouest ses mailles sont dessinées, mais lâches et ténues.

La solidarité de ce réseau national et du réseau régional dont nous nous occupons est facile à déterminer.

D'abord, avant que l'aménagement de la Bretagne en stations marémotrices soit achevé, l'exploitation de celles-ci sera grandement secondée par le réseau national. « Lorsque, a dit un technicien (1), les lignes de transport d'énergie à haute tension seront établies et que les groupes consommateurs pourront y puiser, la constance de la puissance individuelle de chacune des sources perdra beaucoup de son intérêt ; elle deviendra sinon tout à fait superflue, du moins assez accessoire puisque, par les mailles du réseau, il s'établira nécessairement un équilibre général qui maintiendra à peu près uniforme la puissance partout disponible malgré les variations propres des diverses stations. » En d'autres termes, le réseau national pourra être le régulateur idéal des stations marémotrices.

Après l'aménagement de la Bretagne en usines marémotrices et hydrauliques, le réseau régional fera partie intégrante du réseau national. La Bretagne produira une énergie surabondante qui lui permettra non seulement d'assurer son développement économique, mais encore d'être exportatrice de l'énergie produite. Ainsi, dans les projets gouvernementaux, la production de la Rance

1. Avis de l'Inspecteur général des forces hydrauliques, communiqué à la Commission de la houille bleue par son président, auteur de cet avis, M. l'Inspecteur général des ponts et chaussées de Labrosse.

sera réservée exclusivement à la région parisienne ; celle-ci recevra d'abord la force du Rhône, puis la force de la Rance. En même temps qu'elle prendra son essor, la Bretagne sera un important élément de l'organisme de production et de distribution.

Telles sont les considérations générales qui doivent présider à l'inventaire de la Bretagne aux points de vue de la houille verte et de la houille bleue.

Beaucoup de petites rivières peuvent être utilisées pour des usines hydro-électriques. Certes les chutes ne sont pas comparables à celles des Alpes et des Pyrénées, mais les vallées sont généralement étroites, et, à l'aide de barrages, il est possible de retenir les eaux et d'avoir des chutes de plusieurs mètres. Même avec les turbines actuelles, il est permis de considérer comme utilisables des cours d'eau tels que les suivants :

Dans l'Ille-et-Vilaine : La Louisance, près d'Antrain ; le Couesnon, près de la Fontenelle.

Dans les Côtes-du-Nord : La Rance en amont de Dinan ; l'Arguenon, entre Plancoët et Jugon ; le Gouesnan, entre Lamballe et la mer ; Le Gouet, en amont de Saint-Brieuc ; Le Trieux et son affluent le Leff ; le Jaudy, en amont de la Roche Derrien ; le Léguer, en amont de Lannion.

Dans le Finistère : le Douron ; le Dourdec ; le Jarlot et le Klein, l'un et l'autre en amont de Morlaix ; la Penzé ; le Diouris à Kerabo ; l'Aber-Benoît ; l'Aber-Ildut à Brélès ; la Penfeld en amont de l'arsenal de Brest ;

l'Elorn; l'Aulne; la Donfine à Pont-de-Buis; l'Elez; l'Hyère à Carhaix; le Goayen à Pont-Croix; la rivière de Pont-L'Abbé à Pont-L'Abbé; le Steir dans la vallée du Lescoat près Quimper; l'Odet dans la vallée du Stangala; l'Aven, en amont de Pont-Avent; l'Isole et l'Ellé, tous deux en amont de Quimperlé.

Dans le Morbihan : le Scorff; le Blavet; le Loc'h en amont d'Auray; l'Oust; l'Aff.

Dans l'Ille-et-Vilaine : la Vilaine et ses affluents : le Dreu, l'Ile, la Seiche, le Sermon.

Dans la Loire-Inférieure : la Chère; le Don; l'Isac; l'Erdre.

C'est dans le Finistère qu'il y a le plus de rivières, et dans les départements de l'Est (Ille-et-Vilaine, Loire-Inférieure) qu'il y en a le moins. A ces rivières il faut ajouter le canal de Nantes à Brest (1) qui, présentant des pentes, peut-être utilisé en certains endroits pour l'établissement d'usines hydro-électriques.

Il en est, d'ailleurs, des rivières comme des estuaires; leur utilisation, celle de l'Aulne, du Blavet, de la Vilaine, par exemple, est possible en plusieurs points de leur cours. Ces rivières, venues en général des mon-

1. Conçu par Napoléon I^{er} à une époque où les chemins de fer n'existaient pas, pour pénétrer une région difficilement accessible de l'Est et venir en aide au plus important port militaire en cas de blocus par l'Angleterre, ce canal, depuis cent ans, n'a guère d'utilité. Les herbes voisinent, à sa surface, avec les nénuphars, et les péniches ne troublent pas souvent leur repos. Aussi le trafic de cette voie est-il à peu près nul.

tagnes d'Arrée et traversant la plaine qui s'étend entre celles-ci et les Montagnes Noires, franchissent ces dernières dans des vallées resserrées aux pentes plutôt accentuées.

Parmi tous les cours d'eau bretons, il y en a un qui, pour avoir un trajet assez bref, n'en offre pas moins une très grande importance. Le Mont Saint-Michel de Brasparts, point culminant de la Bretagne, voit se réunir à ses pieds dans un grand bassin, appelé le marais de Saint-Michel, tous les ruisseaux venant du versant sud-ouest des montagnes d'Arrée. Ces ruisseaux forment l'Elez qui, à sa sortie du marais de Saint-Michel, rejoint l'Aulne dans une vallée beaucoup plus basse. L'Elez quitte le marais par une série de petites chutes, appelées cascades de Saint-Herbot. Les collines bordant la vallée permettent l'établissement d'un canal de dérivation qui amènerait l'Elez juste au-dessus de la route joignant Loqueffret à Huelgoât. La hauteur de chute verticale serait de 60 mètres environ. Si l'on considère que l'Elez peut débiter 2 mètres cubes d'eau à la seconde en toutes saisons, et d'autre part que chaque mètre cube tombant de 1 mètre de haut en une seconde donne une force de 10 H. P., il faut conclure, pour l'usine de Saint-Herbot, à une puissance d'installation de 1.200 H. P.

Actuellement, plusieurs rivières sont utilisées pour fournir à la région avoisinante la lumière et la force motrice : indiquons l'usine de Lanarvily (près de Leneven); l'usine du Huelgoât, fournissant l'électricité à la

commune du Huelgoât; l'usine de la mine du Huelgoât, fournissant l'électricité à la Société du gaz Lebon à Quimper, pour augmenter la quantité d'électricité produite dans cette ville par l'usine thermique du gaz Lebon; et surtout l'usine de Guerledan, aujourd'hui en construction.

Si nous recherchons maintenant les estuaires susceptibles d'être utilisés pour l'établissement d'usines marémotrices, notre attention se porte sur ceux des rivières suivantes :

Côtes-du-Nord : la Rance, l'Arguenon, le Légué, le Trieux, la rivière de Tréguier, le Leguer.

Finistère : Le Douaron, la rivière de Morlaix, le Penzé, l'Aber-Wrac'h, l'Aber-Benoit, l'Aber-Ildut, la rivière du Conquet, la rivière de Douarnenez, le Goayen, la rivière de Pont-L'Abbé, l'Odet, l'Aven, le Belon, la Leïta.

Morbihan : Le Scorff, le Blavet, la rivière d'Etel, le Creach, la Vilaine.

Trois départements bretons, sur cinq, fournissent donc seulement des estuaires susceptibles d'aménagement. C'est le Finistère qui, avec ses côtes découpées, ses nombreux et profonds estuaires, se prête le mieux à l'utilisation de la force des marées.

Certains estuaires peuvent voir l'installation de plusieurs usines marémotrices. Cette observation s'applique particulièrement au parcours de la Rance. Elle s'applique aussi à l'Odet; si l'on envisage, au sujet de cette rivière, un barrage passant par la bouée du Coq

(largeur la plus étroite de la rivière), on peut également concevoir une autre barrage aux environs de Porz-Meillou (mi-distance de Quimper à Bénodet) et un troisième à la limite de l'anse de Combrit.

Il y a, d'ailleurs, en ce qui concerne l'aménagement de la Bretagne en usines marémotrices, des questions réservées. Sans parler des marais salants du Croisic, de la Grande Brière, ni des bords de la Loire, où se présentent des réservoirs naturels d'eau de mer, mais où les travaux apparaissent comme trop difficiles et trop lointains pour qu'on puisse en faire état, arrêtons-nous à la baie du Mont-Saint-Michel, à la rade de Brest et à la baie du Morbihan.

Pour la baie du Mont-Saint-Michel, il est prévu une immense usine, grâce à l'établissement d'une énorme digue de plusieurs kilomètres reliant deux points de la côte. Mais il s'agit là d'un projet de grande envergure dont l'exécution est impossible dans un temps relativement court.

Pour la rade de Brest, où la hauteur des marées atteint 11 à 12 mètres, on envisage soit le barrage du Goulet, si, toutefois, les besoins de la défense nationale ne l'empêchent pas, soit l'établissement de plusieurs usines à l'estuaire des rivières telles que la Penfeld, l'Elorn, la rivière du Faou, l'Aulne. Il est même possible de combiner les deux solutions.

Pour la baie du Morbihan la situation est à peu près la même. On peut penser, soit à un barrage entre Port-Navalo et la pointe de Kerpenhir, soit à plusieurs usines

situées sur le Loc'h, le Bono, le Lizier ou rivière de Vannes, la rivière de Noyalo, soit à la combinaison des deux solutions.

La rade de Lorient pose les mêmes problèmes. Une usine est possible entre Port-Louis et Larmor et une autre usine sur chacun des estuaires du Scorff et du Blavet.

Certes, la réalisation d'un tel plan d'aménagement de la Bretagne en usines marémotrices et hydrauliques est une œuvre de longue haleine qui appelle des travaux et des capitaux considérables. Le matériel, c'est-à-dire l'équipement mécano-électrique, coûtera cher, mais ce qui coûtera plus cher encore, ce sont les ouvrages de génie civil : barrages, digues, vannages, etc.

Qu'on se rende compte, par exemple, des formidables travaux nécessaires pour l'établissement d'une gigantesque usine marémotrice dans la rade de Brest !

Qu'on se rende compte encore des efforts requis pour l'aménagement de la Rance qu'il faudrait barrer, à l'aval des abords de la pointe Brebis à ceux de Zorieux, à l'amont entre Saint-Jean et Saint-Hubert, ainsi qu'en travers de l'entrée de l'anse des Gâtines (à la hauteur de l'île aux Moines), afin de retrancher des zones découvrant de bonne heure au reflux, plus nuisibles qu'utiles au fonctionnement à double effet, mais qu'il serait avantageux d'employer comme réservoirs.

Qu'on additionne hypothétiquement tous les travaux et toutes les dépenses de création des usines hydrau-

liques et marémotrices dont nous avons essayé de dresser la liste possible !

Mais l'essor économique de la Bretagne est à ce prix et cet essor intéresse la nation tout entière.

Peut-on calculer l'énergie productrice qui résulterait de l'aménagement que nous avons esquissé ?

Nous avons fait plus haut ressortir qu'un avantage de la station marémotrice réside dans ce fait que, les marées étant connues des années à l'avance, il est possible de prévoir avec exactitude la marche de l'usine, mais nous avons ajouté que la multitude des facteurs entrant en jeu en cette matière ne permet les calculs qu'avec une approximation de 30 à 40 0/0.

Nous n'avons donc pas la prétention de donner ici des chiffres rigoureusement exacts. Il nous suffit de fournir des indications susceptibles de précisions suivant les progrès de la science, mais suffisantes cependant à déterminer d'une manière utile les perspectives de production.

On pourrait peut-être trouver actuellement en Bretagne une puissance équipée (c'est-à-dire une puissance de turbines) de 500.000 à 600.000 chevaux.

L'importance de ce total apparaît si l'on pense que 200.000 chevaux suffisent à l'électrification d'un réseau de chemins de fer de 2.000 kilomètres de voie normale. Cette estimation résulte des observations de la compagnie des Chemins de fer du Midi. Celle-ci, en effet a 150.000 chevaux produits par la vallée d'Aspe et 50.000 provenant du Syndicat des producteurs hydro-

électriques des Pyrénées de l'Est. Avec ces 200.000 chevaux la Compagnie du Midi exploite actuellement environ 500 kilomètres de ligne, mais il faut dire qu'elle vend une très grande partie de son courant à des sociétés d'éclairage ou de force motrice particulières, surtout dans la région de Bordeaux. Il est d'ailleurs à remarquer que les projets d'utilisation de la Rance prévoient un équipement de 200.000 H. P. Certes, si l'on utilisait la baie du Mont Saint-Michel, on trouverait 3.000.000 H. P. mais c'est une hypothèse trop lointaine et trop peu réalisable pour le moment.

Si nous nous basons sur le chiffre de 600.000 chevaux comme représentant la production probable en Bretagne des usines marémotrices et hydrauliques (houille bleue et houille verte), c'est que les turbines ne peuvent actuellement marcher à moins de 50 centimètres de chute. Mais on peut prévoir le moment où les ingénieurs auront trouvé des turbines pourvues d'utiliser de plus faibles chutes, de 40,20 ou même 10 centimètres. Alors la puissance équipée pourra être beaucoup plus grande ; la production intensifiée de l'énergie électrique permettra la suppression des usines thermiques et le remplacement progressif des moteurs à vapeur par des moteurs électriques.

Quelles utilisations pourra recevoir l'énergie produite et quel essor ces utilisations vont-elles donner à la Bretagne ? C'est ce qu'il nous faut maintenant rechercher.

CHAPITRE II

LES UTILISATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ DANS L'AGRICULTURE ET LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES

CHAPITRE II

LES UTILISATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ DANS L'AGRICULTURE ET LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES

La Bretagne est un pays essentiellement agricole ; demain l'usine marémotrice en fera un pays industriel, mais l'énergie électrique produite ne cessera pas d'avoir des utilisations agricoles. La Bretagne vit aussi de la pêche et de la fabrication des conserves de poissons et de produits agricoles. Il est logique de réunir ici toutes les applications possibles de l'électricité dans le domaine de l'alimentation.

Il convient de rappeler d'abord, sous cet aspect, la physionomie de la région bretonne.

La terre est extrêmement divisée en Bretagne. Son régime général est celui du fermage, le métayage étant une très rare exception. Depuis la guerre, d'ailleurs, les fermiers sont généralement devenus propriétaires.

Ce qui frappe dans le domaine breton, c'est la division des risques par la diversité des productions. On fait venir le blé, l'avoine, le seigle, l'orge, le sarrasin, et, pour la nourriture du bétail, le reygras, le trèfle, les betteraves. Dans la basse-cour, on élève les poulets, les canards, les dindes, les oies ; celles-ci ne sont pas en-

graisonnées comme dans la région du sud-ouest, mais conservées à cause de leur duvet qui atteint un grand prix.

L'élevage des chevaux se fait surtout dans la région de Quimper et dans celle de Corlay, il y a un dépôt de remonte à Pontivy. La race bovine, la race Pie Noire notamment, donne des bêtes petites, mais se contentant de peu; les vaches fournissent de 6 à 8 litres de lait par jour; les veaux sont très nombreux et abattus très jeunes. Les porcs sont aussi très nombreux, mais les moutons, spécialement élevés dans les îles finistériennes, sont très rares. Les produits de l'élevage sont le lait, le beurre et un peu de fromage.

En ce qui concerne les légumes, il y a en Bretagne des pois, des haricots; le rendement de la pomme de terre, soit hâtive, soit d'automne, est excellent, surtout dans la région de Pont-L'Abbé-Peninarch; les pommes de terre sont expédiées en Angleterre par le petit port de Loctudy, d'où partent chaque année 30 à 40 navires de 500 à 1.000 tonnes. Le nord du Finistère produit des primeurs (artichauts, choux-fleurs), dans la région de Saint-Pol-de-Léon. La presqu'île de Rhuis, au sud-est de Vannes, d'un climat très doux, donne de magnifiques légumes. Ajoutons la culture maraîchère dans les régions de Quimper, Lorient, Landerneau.

La vigne est très rare en Bretagne, où elle n'est guère cultivée qu'au-dessus de Nantes (Muscadet); le fruit, par suite du manque de chaleur, arrive difficilement à maturité. Mais on rencontre la plupart des arbres fruitiers :

cerisiers, pêchers, pruniers, abricotiers, poiriers. La fraise est cultivée principalement dans le fond de la rade de Brest, à Plougastel-Daoulas.

Mais c'est le pommier qui occupe la première place dans les cinq départements bretons. La pomme est soit vendue pour la consommation au couteau, soit expédiée dans la région de Caen où l'on en fait du cidre pour les années où cette boisson est rare en Normandie, soit exportée en Allemagne. Mais la plus grande partie des pommes est utilisée sur place à la fabrication du cidre.

Le cidre breton est d'ordinaire plus doux que le cidre normand. Cela tient à ce que les pommes arrivent plus à maturité en Bretagne, pays plus tempéré que la Normandie. D'ailleurs le cidre est loin d'avoir partout la même saveur ; il est plus âpre dans le Morbihan, il atteint son maximum de qualité dans le Finistère, surtout dans le canton de Fouesnant. Grâce à d'heureux mélanges de Ferro-Ru et de Ferro-Briz (pommes à cidre rouges et pommes à cidre grises) on est arrivé à un cidre de qualité très supérieure, préféré même aux cidres les plus renommées de Normandie, par exemple ceux de la vallée d'Auge. La qualité du sol modifie beaucoup le goût des pommes ; celui-ci varie à quelques kilomètres de distance ; ainsi, à Gouesnac'h le cidre est excellent, et à Ergué-Armel, qui se trouve distant de quatre kilomètres, il est de qualité inférieure.

Le rendement du pommier est intermittent ; il y a en général une bonne récolte toutes les deux années.

L'arbre ne vivant pas vieux, il faut renouveler fréquemment les pommeraies. On compte qu'un pommier moyen donne une barrique tous les deux ans.

Actuellement le cidre vaut un franc le litre. On voit que la culture de la pomme est rémunératrice.

En Fouesnant, le produit des pommes sert à payer le fermage, tout le reste des produits de ferme étant le bénéfice net du fermier.

La population de la Bretagne est partagée entre l'agriculture et la pêche. On distingue la petite pêche et la grande pêche. La première est celle à la sardine, aux crustacés, aux poissons courants : bar, mullet, maquereau merlan, hareng, sole, dorade, crevettes etc. Les ports du Croisic, de Quiberon, du Palais, de Lorient, de Concarneau, du Guilvinec, de Kerity-Penmarch, d'Audierne, de Douarnenez, de Morgat, de Camaret, de Brest, de l'Aber-Wrac'h sont spécialisés dans la pêche à la sardine ; la région de Kersaint-Portsal et celle de Concarneau sont spécialisées dans les crustacés.

Quant à la grande pêche, c'est la pêche à la vapeur, au moyen de chalutiers ; elle n'est pratiquée que dans les grands ports (Saint-Nazaire, Lorient, Brest). Les petits pêcheurs qui ont seulement une petite barque et des moyens très réduits, sont jaloux de ces armateurs qui, avec l'aide de puissants engins, enlèvent très rapidement le poisson.

La pêche de la morue se fait soit sur le banc de Terre-Neuve, soit en Islande, avec les goëlettes, navires de 100 à 300 tonneaux environ, qui s'en vont au début

d'avril pour revenir à la mauvaise saison. Les goëlettes pour Terre-Neuve partent surtout de Saint-Malo, et celles pour l'Islande de Paimpol et de Tréguier.

La pêche au thon se fait avec des voiliers d'un carénage spécial, appelés thonnières, de 10 à 30 tonneaux, qui opèrent, du printemps jusqu'à octobre, dans l'Atlantique, à 150 ou 200 milles des côtes. Le Croisic, Port-Louis, Concarneau, sont les principaux ports des thonnières.

Un bon nombre des produits de l'agriculture et de la pêche sont consommés sur place, mais la Bretagne en exporte beaucoup. D'abord des produits frais de toute nature sont pris chaque jour dans les villages et dans les ports par des commerçants en gros qui les dirigent vers les grands centres. Puis une importante quantité est mise en conserve par les industries alimentaires.

Les conserves se divisent en cinq catégories :

1^o LES CONSERVES DE POISSONS

Il s'agit principalement de celles du thon, des sardines, des maquereaux, des crustacés. Quant à la morue, elle est expédiée directement dans les grands centres sans passer par la Bretagne. Tous les ports de pêche ont leur usine de conserves ; il en est ainsi de Quiberon, Port-Louis, Concarneau, Guilvinec, Kerity, Audierne, Douarnenez, Morgat, Camaret, mais Nantes est la grande ville de fabrication des conserves.

2° CONSERVES DE VIANDES

Toutes les viandes sont conservées, mais principalement le bœuf et le porc. Les usines se trouvent spécialement au centre de la Bretagne, dans les régions agricoles (Cabaix).

3° CONSERVES DE LÉGUMES

Tous les légumes sont mis en conserves dans des usines dont les principales sont à Nantes, Lorient, Quimper, Landerneau.

4° CONSERVES DE FRUITS

Ce sont les moins importantes, car, sauf les pommes, les fruits sont en petite quantité en Bretagne. Cependant on fait des marmelades et des confitures dans la région de Lorient et dans celle de Plougastel-Daoulas.

5° CONSERVES SPÉCIALES

Enfin un nouveau genre de conserves, provenant des produits du lait commence à se fabriquer. Il serait désirable que cette industrie, encore à l'état d'enfance, se développât. On peut faire d'excellentes conserves de lait condensé, de lait concentré, de beurre et de fromages.

Après avoir brossé ce tableau de la Bretagne, il est facile de se rendre compte des bienfaits que celle-ci va devoir à l'électrification.

L'électrification rurale est sortie de la sphère des expériences, soit en France, soit ailleurs.

Le moteur électrique effectue rapidement, et sans qu'il y ait aucune fatigue musculaire, de nombreux travaux que l'ouvrier agricole ne peut exécuter qu'avec lenteur et péniblement, par exemple le battage et le vannage du blé, le concassage et le broyage des grains, le pressurage des pommes et du raisin, l'élévation de l'eau, l'écémage etc. Le moteur permet encore d'organiser mécaniquement la manutention à l'intérieur de la ferme, de telle sorte que toutes les opérations se fassent avec un personnel très réduit, n'ayant à développer aucun effort physique, telles que le transport des grains et fourrages, du bois et des racires, la mise en silos ou en greniers, la distribution des aliments au bétail, etc.; toutes ces opérations s'effectuent au moyen de transporteurs actionnés par l'électricité.

Un remarquable exemple d'installation rendant d'importants services aux agriculteurs sur une assez grande étendue, est donné par la station rurale d'électricité d'Agnicourt-et-Séchelles (Aisne). L'usine hydroélectrique installée sur la Serre a un débit moyen de 2.000 litres par seconde, avec chute de 3 m. 10 et prise d'eau dans une turbine fonctionnant sous une chute de 4 mètres. Deux turbines commandent chacune une dynamo de 45 kilowatts, produisant un courant tri-

phasé à intensité de 520 volts. La force motrice économique ainsi obtenue est distribuée aux abonnés à raison de 30 à 35 centimes le kilowatt (1).

Dans un autre exemple, à Cagny (Calvados), l'emploi de l'énergie électrique apparaît bien plus économique que celui de la locomobile. C'est ainsi que le battage des céréales, au moyen d'un groupe électrogène (moteur et dynamo) revient à 1 fr. 75 les cent gerbes, tandis qu'il coûtait 4 fr. 60 en employant la machine à vapeur, soit une économie totale de 1.148 francs en faveur du premier système, pour une récolte de 40.000 gerbes.

Là où il n'existe pas de secteur électrique et où les chutes d'eau utilisables manquent, l'agriculteur peut produire lui-même son électricité au moyen d'un groupe électrogène, mais ceci n'est pratiquement applicable que dans les cultures sur une assez grande échelle, et le petit cultivateur n'y trouverait pas son compte. Il faut donc, surtout dans un pays tel que la Bretagne, où la terre est très divisée, conduire l'électricité jusqu'au cultivateur.

Dans les régions où l'électrification rurale est pratiquée particulièrement en Suisse, les fournisseurs d'électricité (centrales électriques, sociétés, etc.) amènent les conduites jusqu'à l'habitation du client ; l'installation intérieure (y compris les « entrées ») jusqu'aux

1. V. *L'Electricité à la ferme*, par Floriot. Dans *La Science et la Vie*, juillet 1920.

moteurs et appareils accessoires, sont à la charge de celui-ci. Les « entrées » comprennent les traversées des murs et les coupe-circuits d'entrée. Ces derniers servent à protéger les conduites contre les courts-circuits. Les coupe-circuits munis de poignées permettent de changer facilement des fusibles sans aucun risque d'électrocution. Dans toutes les installations dont la tension de service est de plus de 150 volts, tous les moteurs et les appareils doivent être mis à la terre, afin que, dans le cas où une partie qui, normalement, ne doit pas être sous courant, comme, par exemple, la carcasse du moteur, vienne à recevoir du courant, ce dernier soit conduit à la terre, et, par cela même, rendu complètement inoffensif dans l'hypothèse d'un contact accidentel.

Le moteur électrique agricole offre, sur les autres machines, des avantages multiples : emploi très varié, mise en marche simple et instantanée, absence à peu près complète de surveillance, coût minimum et entretien à peu près nul.

Toutes les machines agricoles qui, jusqu'à ce jour, ont été commandées à bras ou par un manège, par des moteurs à benzine, à pétrole, à vapeur ou à eau, peuvent, sans difficulté, être actionnées par des moteurs électriques, partout où un réseau de distribution à proximité en offre la possibilité.

Le système du moteur dépend du courant sur lequel il doit être branché. Ainsi, pour les réseaux à courant alternatif, on emploiera des moteurs à courant alternatif, pour les réseaux à courant continu, des moteurs à

courant continu. Dans tous les cas, les moteurs devront être bobinés pour la même tension que celle du réseau, et, en outre, dans les exploitations à courant alternatif, également pour le même nombre de périodes que celui du réseau d'alimentation (1).

Quant à la disposition des machines agricoles, elles comportent les trois variantes rationnelles que voici :

Variante 1. — Toutes les machines sont placées les unes près des autres, dans la grange, sous le hangar, sous l'avant-toit; La pompe à purin est aussi à proximité. Pour de telles exploitations, le moteur à poste fixe est tout indiqué. Il actionne une transmission, laquelle actionne à son tour les différentes machines agricoles, telles que batteuse, hache-paille, broyeurs à fruits, fraiseuses, meules, pompes à purin, lessiveuses etc.

Variante 2. — Une partie des machines seulement peuvent être placées à proximité les unes des autres, les autres machines étant montées isolément en d'autres endroits. — Il y a lieu alors à installation d'un moteur fixe et commandé par transmission pour le premier groupe de machines. Le moteur est disposé de telle manière qu'il puisse être placé dans un autre endroit.

Variante 3. — Les machines sont éloignées les unes des autres et isolément montées dans des locaux différents, par exemple le hache-paille dans la grange, les lessiveuses dans la buanderie, le broyeur à fruits dans un local spécial etc. Ou bien les machines sont montées

1. Floriot, *loc. cit.*

dans un seul local, mais dans une telle disposition, que l'emploi d'une transmission donnerait lieu à des complications beaucoup trop coûteuses et ferait craindre des accidents. Dans ces cas il n'y a que le moteur transportable sur brouette qui convienne.

Le schéma technique qui précède permet de comprendre comment la ferme bretonne sera transformée par l'électricité. Celle-ci fournira l'éclairage, actionnera la machine à hacher les légumes, la machine à battre, la machine à vanner, le pressoir à cidre, la baratte à beurre; un moteur d'un cheval suffira pour actionner ces moteurs. Grâce au réseau de distribution, la machine, à bon marché et très simplement, remplacera les bras — considération très importante à une époque où la main-d'œuvre rurale est raréfiée, plus importante encore dans l'avenir, lorsque les ouvriers de la campagne se dirigeront vers les usines de la Bretagne industrielle. (1)

Non seulement toutes les fermes bretonnes seront renouvelées par l'énergie électrique, mais celle-ci secondera très utilement tous les petits métiers à do-

1. D'après M. Petit, ingénieur agronome et spécialiste des questions d'électricité rurale, il est possible, avec un kilowatt tarif lumière, de s'éclairer pendant 40 heures avec une lampe de 20 à 25 bougies ; de coudre à la machine pendant 20 heures, de repasser pendant 4 heures, de bouillir 9 litres d'eau, d'allumer sa cigarette après chaque repas pendant 5 ans, etc. Avec un kilowatt, tarif force, on peut : battre 140 gerbes de blé, de 3 à 5 kilos ; écrémer 1.400 litres de lait ; baratter 1.000 litres de crème ; monter 70 sacs de blé à 10 mètres de hauteur ; broyer 2.000 kilos de pommes pour faire le cidre ou 250 kilos d'ajoncs ; couper 500 kilos de betteraves ; hacher 500 kilos de paille, etc.

micile : charronnage, menuiserie, maréchalerie, couture, etc.

Enfin les usines de conserves elles-mêmes, qui occupent une place importante dans l'activité de la Bretagne, ne pourront que gagner à l'électrification.

CHAPITRE III

LES UTILISATIONS INDUSTRIELLES DE L'ÉLECTRICITÉ

CHAPITRE III

LES UTILISATIONS INDUSTRIELLES DE L'ÉLECTRICITÉ

Il n'est pas difficile d'imaginer les métamorphoses de la Bretagne sous la baguette magique de l'électricité. Le réseau de distribution d'énergie suscitera un réseau d'usines sur tout le territoire d'un pays qui, presque exclusivement agricole jusqu'ici, deviendra intensément industriel. Au cours de l'histoire, les agglomérations industrielles se sont formées auprès des mines de houille. De même, demain, la Bretagne industrielle naîtra de l'électricité, fille de la force pélagique.

Il convient d'éclairer ces anticipations par des données positives. Un commerçant, qui veut donner un nouvel essor à son entreprise, fait le bilan de ce qu'il possède, c'est-à-dire de ses forces. Le régionaliste soucieux d'organiser la région qu'il étudie doit aussi faire le bilan des productions de celle-ci.

Quelle est donc, à l'heure actuelle, la situation de l'industrie en Bretagne et quels progrès l'électrification permet-elle d'envisager?

INDUSTRIE MINIÈRE

Il est permis de dire que la Bretagne historique, et même préhistorique, n'a jamais été une région extrê-

mement boisée. Des forêts ont peut-être été englouties à des époques très anciennes et il se peut que d'énormes mines de charbon gisent à une grande profondeur sous terre et sous mer. Mais les sondages ont été très réduits. A peine a-t-on trouvé, il y a un demi-siècle, quelques morceaux de charbon à Kerfunteun, en creusant à Quimper le tunnel du chemin de fer conduisant à Pont-L'Abbé, Douarnenez et Brest. On dit bien que la baie de la Forêt (entre Concarneau et Beg-Meil) tire son nom d'une forêt engloutie par les eaux ; on prétend même qu'on retire à marée basse des troncs en décomposition ; mais nous croyons qu'il s'agit là d'une légende et que, même dans des milliers d'années, on ne retirera pas de houille de cette baie admirable. L'industrie houillère est, en somme, négligeable en Bretagne et ce n'est pas de ce côté qu'il convient de regarder l'avenir.

Mais il y a dans le sous-sol armoricain d'autres richesses qu'on soupçonne à peine. Outre les granits, les schistes et les grès, on y rencontre du sable et du kaolin ; le plomb et l'étain y ont été exploités de toute antiquité, et le temps n'a pas encore effacé les traces des nombreuses exploitations du minerai de fer ou de plomb. A quelques kilomètres de Guerlédan, les forges des Salles, il n'y a pas encore un demi-siècle, étaient en activité. Cependant, à l'Est du Breiz-Izel, les forges d'Hennebout pourraient être développées.

INDUSTRIE TEXTILE

Il y a un peu de lin en Bretagne et l'on y fait de la toile. Cette industrie est susceptible d'une grande extension. Car, d'une part la région est peuplée et peut fournir des ouvriers, et, d'autre part, ses ports sont disposés à recevoir du coton d'Egypte ou des Indes, de la laine d'Algérie et d'Australie. Il est même permis d'envisager la reconstitution des industries du nord, qui fonctionnent toutes à la vapeur, en Bretagne, où la main d'œuvre est moins chère et où la force électrique sera moins coûteuse que le charbon. Tant il est vrai que la Bretagne industrialisée est capable de jouer un rôle de premier plan dans l'œuvre de la restauration nationale !

INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES

Ces industries sont très peu nombreuses actuellement en Bretagne, et, comme il n'y a pas de mines, leur développement apparaît difficile.

Toutefois, s'il s'agit de métaux que la France est obligée d'importer (cuivre, zinc, plomb) on peut envisager la création d'usines à proximité des ports. D'ailleurs l'affinage des métaux (fonte, fers, aciers, aluminums) est possible en Bretagne, les arrivages de métal brut s'opérant par terre ou par mer. Aussi bien la superproduction d'énergie électrique de la Bretagne lui permettra-t-elle de devenir exportatrice de courant

et d'alimenter des usines en d'autres régions ; c'est ainsi que les usines marémotrices du Mont Saint-Michel et de la Rance fourniront du courant à la région industrielle de Caen.

D'autres perspectives s'ouvrent devant la Bretagne. Nous voulons parler des constructions métalliques, terrestres et navales, pour lesquelles il est possible de créer de nouveaux chantiers, mais préférable d'agrandir les chantiers actuels en y remplaçant la force de propulsion des machines à vapeur par celle des machines électriques.

Les constructions maritimes se répartissent en deux catégories : celles de guerre, celles de commerce. Les premières se font dans les arsenaux de Brest et de Lorient, les secondes dans le sud de la Bretagne, surtout à Nantes et Saint-Nazaire ; c'est dans ces villes que les grandes compagnies françaises de navigation passent aux puissantes compagnies de construction navale les commandes de leurs navires.

INDUSTRIE DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Il s'agit des carrières de granit de Portsall, Lanildut. La force sert à l'extraction et au découpage des blocs ainsi qu'à leur polissage. Il s'agit aussi des ardoisières de Chateaulin. Et il faut ajouter que la Bretagne sera en mesure d'exporter le courant électrique aux ardoisières d'Angers.

INDUSTRIES CHIMIQUES

L'électricité doit provoquer la création d'industries chimiques, à peu près inexistantes aujourd'hui. Elles recevront leur matière première des industries métallurgiques ou par navire. Elles pourront se livrer à l'électro-chimie. La décomposition de l'eau de mer par l'électrolyse leur permettra d'en retirer toute une série de produits chimiques.

De nombreux corps, en effet, ont été identifiés dans l'eau de mer (1) : l'hydrogène et l'oxygène, l'azote, l'argon, le soufre, le phosphore, l'arsenic, le chlore, le brome, l'iode, le fluor, le carbone, le silicium, le bore. Parmi les métaux, on a reconnu, dans les eaux marines, la présence de l'argent à la dose de 10 milligrammes par tonne; le cuivre, le plomb dans les végétaux marins; le zinc et le fer dans les résidus de marais salants; le manganèse, le nickel, le cobalt, l'aluminium y ont été également décelés. Le magnésium existe à l'état de bromure et de chlorure; le calcium, le strontium à l'état de carbonates et de sulfates. Les sels de sodium et de potassium sont au nombre de ceux que l'on peut doser facilement, le baryum est abondant dans certaines plantes marines; le lithium dans les boues des marais salants; le rubidium et le césium se rencontrent, à doses infinitésimales, dans l'eau

1. V. Alphonse Berget, *L'eau des mers et ses richesses*. Dans *La Science et la Vie*, septembre 1925.

même; l'or y existe avec la teneur de 50 milligrammes par tonne, et le radium lui-même s'y trouve à la dose moyenne de 4×10^{-12} grammes par gramme d'eau de mer.

« Outre ces corps, que l'on a reconnus dans l'océan, il y a, sans aucun doute, dit M. Berget (1), des traces de tous les autres, et il doit en être ainsi. La mer, en effet, résulta, au début de l'histoire de la Terre, de la condensation de la vapeur d'eau de l'atmosphère primitive. Cette eau s'est précipitée, à l'état brûlant, sur l'écorce terrestre nouvellement formée; elle a ruisselé à sa surface en y dissolvant tout ce qu'elle trouvait à dissoudre, et s'est ensuite accumulée dans les cavités de cette écorce pour y former les mers. Voilà pourquoi l'eau de celle-ci est salée et doit contenir des traces de tous les éléments connus à la surface du globe. »

On voit quel champ d'action est ouvert aux industries chimiques. Mais il en est une qui semble particulièrement intéressante à développer en Bretagne: c'est celle de la soude. Les gens de la côte récoltent le goémon (algues marines), soit en le ramassant sur les grèves, soit en le coupant sur les rochers, un seul jour par an, ainsi que le veut la coutume. Ils le font sécher, puis ils le brûlent dans des auges taillées à même le granit. Qui n'a remarqué, aux Glénans (2), à Penmarc'h, à l'île Molène, à Portsall, les longues trainées de fumée sur la mer? C'est le goémon qui brûle, et qui, con-

1. *Loc. cit.*

2. Iles Drénec et Quiguinec.

sumé, forme une cendre agglomérée donnant l'aspect d'un moellon ! De ces blocs de soude on retire la soude et l'iode. Ces blocs valent maintenant de 600 à 1.200 fr. la tonne. Un homme se consacrant à la récolte du goémon peut gagner ses 8.000 à 12.000 francs entre le mois d'avril et le mois d'octobre. A l'heure actuelle, les blocs en question sont rassemblés dans certains ports de la côte (Loctudy, Lampaul-Ouessant), et, de là, transportés par caboteurs à Bordeaux où des usines de produits chimiques procèdent à leur raffinage. Au lieu d'envoyer au loin cette production, ne vaudrait-il pas mieux se livrer à son raffinage sur place et consommer dans cette opération une certaine quantité d'énergie électrique ?

Le raffinage de la soude permettrait d'obtenir de bons engrais, alors que le paysan de la côte se contente aujourd'hui, pour fumer ses terres, d'un mélange de sable de mer et d'algues.

Un autre produit tiré du goémon, le fucosalgue, est d'ailleurs en voie de grand essor. Ce produit, mélangé à du ciment dans une proportion de 20 %, empêche ce dernier de se fendre sous l'action de la chaleur solaire. Le fucosalgue est employé notamment pour la couverture des maisons en terrasse. Découvert avant la guerre par les Allemands, il est aujourd'hui fabriqué par une société française, qui en exploite le brevet, et dont les usines sont installées sur la côte sud de la Bretagne.

INDUSTRIE DU BOIS

La Bretagne n'offre pas une grande quantité de forêts, telles qu'on en trouve par exemple dans la région du Morvan ou des Vosges, mais un certain nombre de petites forêts que nous énumérerons. A quoi tient ce manque de bois? La terre est pauvre et rocheuse; en beaucoup d'endroits le granit est à fleur de terre et recouvert seulement d'ajoncs et de bruyères; or les arbres aiment une bonne terre. Partout où le Breton a vu un peu de terre, il l'a cultivée pour se nourrir. Il faut ajouter que le vent très violent vers l'Ouest empêche les arbres de s'élever. Ainsi les Sept-Iles, l'île de Batz, l'île d'Ouessant, l'île Molène, l'île de Sein, l'archipel des Glénans, Croix, n'ont aucune végétation arborescente. Dans le nord de Finistère, entre la côte et les montagnes d'Arrée, dans la presqu'île de Crozon, sur les pointes du Raz et de Penmarc'h, il n'y a pas d'arbres. Toute une partie de la Bretagne, par exemple les îles du nord du Finistère vient s'approvisionner dans les régions plus boisées du sud du Finistère. Les insulaires, pour leur chauffage et leurs besoins domestiques, viennent chercher du bois spécialement dans la vallée de l'Odé. Comme il n'y a pas de charbon en Bretagne, que le peu de charbon anglais qui y parvient est fort cher, chauffage et cuisine se font au bois. Or le bois, étant très rare et ayant de nombreux consommateurs, est lui-même très cher en Bre-

tagne ; il atteint environ en gros le prix du détail à Paris.

Nous avons dit qu'il y a peu de forêts en Bretagne. C'est dans le Finistère qu'il y en a le moins, à cause de l'exposition au vent du large de ce département. Cependant le sud du Finistère est assez boisé pour la raison particulière suivante. Les champs y sont généralement de petite étendue (1/2 hectare, 1 hectare, 2 hectares au plus) et toujours séparés les uns des autres par des fossés larges de 2 mètres, hauts de 1 mètre, sur lesquels les cultivateurs plantent différentes espèces de bois, généralement du chêne, du châtaignier, du pin. Lorsqu'on s'élève sur quelque hauteur de l'arrondissement de Quimper, on remarque que le pays ressemble à une forêt dont les champs forment de nombreuses clairières.

Si l'on regarde l'ensemble de la Bretagne, on peut dresser ainsi l'inventaire des ressources forestières :

Dans l'Ile-et-Vilaine :

Forêt de Cartier.....	(près d'Antrain).
Forêt de Fougères	
Forêts de Tanouarn et de la Fer-	
tais.....	(près de Feins).
Forêts de Rennes et de Chevré ..	(près de Rennes).
Forêt du Portre	(près de Vitré).
Forêt de Paimpont	(près de Plélan).
Forêt de la Guerche.....	(près de Forges).

Dans les Côtes-du-Nord :

Forêts de la Hunaudaie et de	
Saint-Aubin.....	(près de Lamballe).

Forêt de Lorges	(près de Quintin).
Forêt de la Hardouinais.....	(près de Merdrignac).
Forêt de Loudéac.....	
Forêt de Coat Liou et d'Avogour.	(près de Saint-Adrien).
Forêt de Beffou et de Coat-an- Noz.....	(près de Belle-Isle-en-terre).

Dans le Finistère :

Forêt du Cranou.....	(près du Faou).
Forêt de Nevet et du Duc	(près de Locronan).
Forêt de Coatloc'h	(près de Scaer).
Forêt de Clohars-Carnoet	(près de Quimperlé).

Il faut de plus indiquer les régions suivantes, très boisées, mais sans nom déterminé.

Région de Morlaix.

Vallée de l'Elorn entre Landivisiau et Landerneau.

Basse vallée de l'Aulne aux environs de Landevennec.

Vallée basse de l'Odet.

Région du Huelgoat.

Dans le Morbihan :

Forêt de Couveau.....	(près de Gourin).
Forêt de Quenecau.....	(près de Cléguérec).
Forêt de Pont-Calleck	(près de Plouay).
Forêt de Branguily	(près de Saint-Gonnery).
Forêt de la région d'Hennebont .	
Forêt de la région d'Auray.....	
Forêt de Lanouée.....	(au nord de Josselin).

Les landes de Lanvaux, qui s'étendent de l'ouest à l'est entre Baud et La Gacilly sont recouvertes de bois qui portent les noms de :

Forêt de Camors.

Bois de Floranges.

Forêt de Lanvaux.

Bois de Colpo et de Boségalo.

Bois de Saint-Billy.
 Bois de Hanvaux.
 Forêt de Molac.
 Landes de Couesme.

Dans la Loire-Inférieure, au nord de la Loire :

Forêt de la Roche-Bernard.....	
Forêt du Gâvre.....	(près de Blain).
Forêt de Thiouzée	} (formant une ceinture de bois autour de Chateau- briant.
Forêt de Teillay.....	
Forêt de Javardau.....	
Forêt d'Araize	
Forêt de Juigné	
Forêt Pavée	} (au nord de Riaillé).
Forêt de Donmaiche.....	
Forêt de Vivreau	
Forêt d'Ancenis	
Forêt de Saint-Mars.....	
Forêt du Cellier	(près de Saint-Mars).

Dans ces forêts les essences les plus diverses sont représentées : chêne, hêtre, châtaignier, pin, acacia, peuplier.

Le pin domine dans la région du Morbihan ainsi qu'en général sur les Montagnes Noires, parce que la terre y est très rocheuse. Le hêtre domine dans les forêts de Clohars-Carnoet et du Cranou, dans le Finistère, ainsi que dans celles du Faou et de Chateaufou (1). Dans le Finistère le châtaignier et le hêtre poussent surtout sur les fossés limitant les champs ; mais les paysans ont la fâcheuse habitude de couper tous les 18 ans, parfois même tous les 9 ans, pour se chauffer, ces arbres pourtant si utiles à la construction.

1. Faou ou Fou dérive du mot latin *fagus*, qui signifie hêtre.

Une maladie s'est d'ailleurs abattue depuis quelques années sur les feuilles du chêne.

Les utilisations de ces diverses sortes d'arbres sont en Bretagne sensiblement les mêmes que dans les autres parties de la France. L'acacia et le châtaignier servent au charonnage; le chêne à la tannerie, florissante en Bretagne; le châtaignier et le chêne servent au chauffage, s'ils sont petits, à la charpente et à la construction, s'ils sont grands; le hêtre sert à la fabrication des sabots; le peuplier à celle des caisses d'emballage.

Mais c'est le pin qui a les applications les plus variées et rend le plus de services. En Bretagne, à cause de l'humidité du climat et de l'insuffisance de la chaleur, il ne donne pas de résine; par conséquent la région manque de toute une série de produits dérivés de la résine, tels que la colophane, les goudrons, l'essence de thérébentine; mais si la sève du pin ne donne rien, son bois satisfait à de nombreux besoins. Les aiguilles fournissent un combustible excellent, générateur d'un grand nombre de calories, et généralement employé pour la cuisson des crêpes. Les branches mises en fagots chauffent d'ordinaire les fours des boulangeries. Quand le pin atteint 15 à 20 centimètres de diamètre, il est utilisé comme poteau de mine; il est alors généralement vendu à l'Angleterre et sert de fret aux bateaux amenant la houille du Royaume-Uni. Quand l'arbre atteint l'âge de 25 ans, il est utilisé comme poteau télégraphique; s'il est droit, il est destiné à la mâture des barques

de pêche et des goëlettes (mâts, vergues, haubans). Quand il dépasse l'âge de 30 ans, il peut être débité en planches et sert surtout au carénage des navires, à la charpente des maisons, à la menuiserie, au parquetage. Il sert également pour les traverses de chemins de fer, et même, débité en petits cubes, au pavage des rues.

Or toutes ces industries du bois nécessitent des scieries. L'électricité peut actionner celles qui existent déjà et sont mues par une autre force, elle peut actionner aussi celles qu'on sera amené à créer par suite du développement industriel de la Bretagne.

INDUSTRIES DIVERSES

La force électrique peut actionner les tanneries qui existent dans la région de Quimper et de Morlaix, les fabriques de chaussures de Vannes, et susciter la formation d'autres entreprises du même genre.

L'électricité peut donner la vie aux moulins et développer en Bretagne la minoterie.

Elle peut éclairer les phares, servir à la recharge des accumulateurs des sous-marins, à l'éclairage et au chauffage des wagons et des gares de chemins de fer.

L'INDUSTRIE FERROVIAIRE

Cette industrie mérite une attention particulière. En Bretagne, elle est encore bien imparfaitement organisée. Son amélioration, désirable pour la commo-

dité des voyageurs et la rapidité du trafic des marchandises, doit accompagner le progrès industriel général de la presqu'île armoricaine. Or cette amélioration sera rendue possible par l'électrification (1).

Dès avant la guerre, de nombreux projets d'électrification des chemins de fer avaient été étudiés et un certain nombre d'applications avaient été faites. Quoique limités, les résultats obtenus avaient montré l'aptitude de l'électricité à résoudre d'une manière satisfaisante les problèmes techniques qui se trouvaient posés dans ces applications. Les Etats-Unis, la Norvège, la Suisse, l'Italie, s'étaient livrés à des essais en cette matière. En France, le prolongement, entre la gare d'Austerlitz et la gare d'Orsay, de l'artère principale de la Compagnie d'Orléans avait obtenu un plein succès. La Compagnie du Midi avait déjà établi un vaste programme pour l'électrification progressive d'une grande partie de son réseau ; ce programme, qui

1. Sur l'électrification des chemins de fer en général, voir : *La Technique moderne*, années 1910, 1911, 1912, 1913, 1914 et 1919 et suivantes.

La Science et la Vie, numéros de janvier 1923, décembre 1923, février, avril, mai, août 1924.

Japiot et Ferraud, *La Traction électrique aux Etats-Unis*, 1921.

Parodi, *Les nouvelles locomotives électriques de la Compagnie d'Orléans* (*Revue générale des Chemins de fer*, mars 1922).

Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France, années 1920 et suivantes.

Revue générale des Chemins de fer, années 1920 et suivantes

Revue générale d'électricité, années 1920 et suivantes.

Rapport du Comité d'études pour l'électrification des chemins de fer. Paris, 1920.

avait reçu un commencement d'exécution lorsque les hostilités éclatèrent, était en grande partie inspiré par le désir d'utiliser pour la traction les forces motrices naturelles offertes par les chutes hydrauliques des Pyrénées.

Avant la guerre, on escomptait surtout de l'électrification une amélioration du service des voyageurs, une augmentation de la capacité de transport des sections de lignes chargées et un meilleur rendement économique provenant à la fois d'un développement des recettes et d'une diminution des dépenses d'exploitation. Les avantages, à ce point de vue, de la traction électrique étaient controversés et les opinions les plus diverses régnaient quant à la possibilité de justifier par ces avantages les dépenses considérables de premier établissement à mettre en regard ; seule une expérience faite sur une grande échelle et dans des conditions rationnelles pouvait éclairer suffisamment la question.

Mais, au lendemain de la guerre, des considérations plus impérieuses occupèrent les esprits. Il s'agissait d'économiser les ressources en combustibles et en main-d'œuvre. Plusieurs grands réseaux de chemins de fer français : Orléans, P.-L.-M., Midi envisagèrent l'électrification d'une partie importante de leurs lignes comportant environ 9.100 kilomètres de voies. Un comité fut constitué, par décision du 14 novembre 1918 du vice-président du Conseil supérieur des travaux publics, pour l'étude technique, économique et financière des opérations à réaliser en vue de l'électri-

fication de nos réseaux de chemins de fer d'intérêt général. A la suite d'une série de travaux de la commission chargée des études d'ordre technique et de missions envoyées à l'étranger, le comité déposait en 1919 un rapport, à la suite duquel il était décidé que l'électrification des chemins de fer d'intérêt général français se ferait, pour toutes les compagnies, en alimentant les locomoteurs avec du courant continu sous la tension de 1.500 volts.

Le réseau du Midi possédait depuis longtemps déjà les usines hydro-électriques de Sculom, d'Eget, de la Cassagne et de Fontpédrouse, alimentant les 170 kilomètres de lignes électrifiées avant la guerre, à savoir : de Villefranche à Bourg-Madame, de Perpignan à Villefranche, de Lourdes à Pierrefitte, de Tarbes à Bagnères-de-Bigorre, d'Arreau à Lannemezan. Ces lignes, jusqu'alors alimentées de courant monophasé, à l'exception d'une section qui utilisait du courant continu, furent successivement transformées en vue de l'application de la décision ministérielle du 29 août 1920 qui a imposé l'emploi exclusif du courant continu sous la tension de 1.500 volts pour l'électrification de tous les chemins de fer d'intérêt général français.

A l'heure actuelle, la période expérimentale est donc franchie et l'industrie électrique est pourvue de tous les moyens techniques lui permettant d'aborder le grand problème de l'électrification des chemins de fer. La locomotive électrique à grande vitesse existe et permet de respecter, voire d'améliorer, les horaires

des trains rapides établis avec la traction à vapeur (1). Le programme d'électrification générale des grands réseaux de chemins de fer est en voie de réalisation. C'est une œuvre de longue haleine qui n'est encore accomplie que sur un nombre très restreint de lignes.

A elle seule l'électrification des chemins de fer de Bretagne sera une opération de grande envergure.

Si nous regardons l'ensemble du réseau breton, nous remarquons deux grandes lignes allant de l'ouest à l'est et mettant la Bretagne en communication avec le reste de la France. Ce sont les lignes de Brest à Rennes (Etat) et de Quimper à Nantes (P.-O), fréquentées par des express.

En dehors de ces deux parallèles, on aperçoit des lignes secondaires, allant du nord au sud (Landerneau-Quimper, Saint-Brieuc-Auray, Dinan-Questembert, Saint-Malo-Nantes). Sauf la dernière de ces lignes, la plupart sont mal desservies. Les communications sont très lentes entre le nord et le sud de la Bretagne.

Le système de communication est complété par un réseau d'intérêt local.

Entrons dans le détail de ces divers réseaux :

1. V. Fernand Brousseau, *La traction électrique à grande vitesse et les nouvelles locomotives à moteurs verticaux de la Compagnie des Chemins de fer du Midi*. (*La Technique moderne*, mai et août 1924.)

RESEAU DE L'ETAT

Rennes à Brest, par Saint-Brieuc-Morlaix (lignes de rapides)	249 kilom.
Dol à Lamballe, par Dinan (ligne d'express) ..	69 —
Rennes à Saint-Malo, par Dol (ligne d'express) ..	82 —
La Brohinière à Dinard, par Dinan (ligne d'express)	60 —
Miniac à La Gouesnière-Cancale	41 —
Plouaret à Lannion	17 —
Morlaix à Roscoff	29 —
Saint-Brieuc à Pontivy, par Loudéac	75 —
La Brohinière à Ploermel	42 —
	634 —
Rennes à Nantes, par Messac et Beslé (ligne d'express)	127 kilom.
Beslé à Redon (ligne d'express)	19 —
Chateaubriant à Saint-Nazaire, par Blain	91 —
Chateaubriant à Rennes	61 —
Chateaubriant à Ploermel, par Messac	94 —
Masserac à Saint-Vincent-des-Landes	34 —
Besné à Pont-Chateau.....	4 —
	430 —
	634 —
	1.064 —

RESEAU DE L'ORLEANS

Nantes à Quimper, par Redon, Auray (lignes de rapides)	254 kilom.
Savenay à Saint-Nazaire (Montoire de Bretagne) (lignes de rapides)	19 —
Quimper à Landerneau (lignes d'express)	85 —
Quimper à Douarnenez	24 —
Quimper à Pont-l'Abbé	22 —
Rosporden à Concarneau	16 —
Auray à Quiberon	28 —
Auray à Pontivy	55 —
Questembert à Ploermel	34 —
Saint-Nazaire au Croisic	25 —
La Baule à Guérande.....	7 —
La Chapelle-sur-Erdre à Chateaubriant	52 —
	621 —

TRAMWAYS A VAPEUR D'ILLE-ET-VILAINE

Rennes au Grand-Fougeray	68 kilom.
Rennes à La Guerche	49 —
Rennes à Antrain	55 —
La Mi-Forêt à Pleine-Fougères	49 —
Liffre à Fougères.....	33 —
Rennes à Saint-Malo	82 —
La Mézière à Bécherel	24 —
Rennes à Redon.....	89 —
Bréal à Redon, par Guer	78 —
	<u>527 —</u>

CHEMINS DE FER DES COTES-DU-NORD

Plancoet à Saint-Cast	18 kilom.
Saint-Brieuc à Plehérel	47 —
Lamballe à Saint-Alban	9 —
Saint-Brieuc à Jugon	68 —
Saint-Brieuc au Legué	8 —
Saint-Brieuc à Paimpol.....	57 —
Plouha à Guingamp	19 —
Lannion à Perros-Guirec	12 —
Petitcamp à Tréguier	16 —
Tréguier à Pleubian.....	10 —
Tréguier à Brelidy-Plouec	16 —
Lannion à Plestin-les-Grèves	17 —
Guingamp à Rostrenen	48 —
Saint-Nicolas-du-Pelem à Quintin	9 —
	<u>354 —</u>

CHEMINS DE FER DEPARTEMENTAUX DU FINISTERE

Morlaix à Primel	22 kilom.
Plouezoc'h à Plestin-les-Grèves	17 —
Brest au Conquet	23 —
Brest à Porspoder	43 —
Le Rufa à L'Aber-Wrac'h	29 —
Plabennec à Lesneven.....	13 —
Landerneau à Brignogan.....	30 —
Plouider à Saint-Pol-de-Léon	29 —
Plouescat à Rosporden.....	135 —
Douarnenez à Audierne	20 —
Pont-L'Abbé à Pont-Croix.....	35 —
Pont-L'Abbé à Saint-Guénolé	18 —
Quimperlé à Concarneau	40 —
	<u>454 —</u>

CHEMINS DE FER DU MORBIHAN

Lorient à Gourin	75 kilom.
Meslan, Pontivy, Moulin-Gilet	69 —
Plouay à Ploërmel	91 —
Baud à Port-Louis	46 —
Locminé à Vannes et Port-Navalo	79 —
Surzur à La Roche-Bernard	28 —
Ploermel à La Trinité-Porhoet	26 —
Saint-Nazaire à La Roche-Bernard	43 —
Guérande à Herbignac	34 —
	<u>491</u> —

RESEAU BRETON DE LA SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DES
CHEMINS DE FER ÉCONOMIQUES

Guingamp à Paimpol	37 kilom.
Morlaix à Carhaix	49 —
Guingamp à Carhaix	53 —
Loudéac à Carhaix	72 —
La Brohinière à Loudéac	59 —
Carhaix à Chateaulin	57 —
Chateaulin à Crozon	38 —
Carhaix à Rosporden	50 —
	<u>415</u> —

CHEMINS DE FER D'INTERET LOCAL DE L'ANJOU

Chateaubriant à La Chapelle-Glain	20 kilom.
Erbray à Ancenis	42 —
	<u>62</u> —

COMPAGNIES DIVERSES

Tramway de Dinard à Saint-Briac	9 kilom.
Société des tramways bretons, Saint-	
Malo à La Houle	18 —
La Trinité-sur-Mer à Etel	21 —
	<u>48</u> —

Le total est le suivant :

Lignes à voie normale :

Etat	1.064 kilom.	
P.-O.,	621 —	
		1.685 kilom.

Lignes à voie étroite :

Tramways d'Ille-et-Vilaine	527 kilom.	
Chemins de fer des Côtes-du-Nord	354 —	
Chemins de fer départementaux		
du Finistère	454 —	
Chemins de fer du Morbihan ...	491 —	
Chemins de fer économiques	415 —	
Chemins de fer de l'Anjou	62 —	
Compagnies diverses	48 —	
		2.351 —
		4.036 —

Ce sont donc 4.036 kilomètres à électrifier ! on peut discuter sur les avantages financiers globaux procurés par l'électrification, quoique tout dans la situation actuelle soit de nature à donner raison à ses partisans. Mais, ce qui n'est plus discuté aujourd'hui, c'est la grande économie de combustible dont elle est l'occasion.

D'une manière générale, les grandes stations centrales modernes équipées avec tous les perfectionnements apportés dans ces dernières années, aussi bien à la production de la vapeur qu'à son utilisation, ont permis d'abaisser la consommation intrinsèque du charbon jusqu'au voisinage de la limite théorique ; de telles stations présentent évidemment, au point de vue du rendement thermique, une supériorité énorme sur les locomotives à vapeur les plus perfectionnées, et cette supériorité est devenue telle que, même en tenant

compte de toutes les pertes dues à la transformation de l'énergie et à son transport le long des voies ferrées, il n'y a aucun doute, d'après les résultats déjà acquis, que la substitution de locomotives électriques aux locomotives à vapeur permettra de diminuer de près des deux tiers la consommation de charbon de ces dernières.

Les ingénieurs de chemins de fer américains ont calculé que l'économie réalisable de ce seul chef dans leur pays atteindrait 90 à 100.000.000 de tonnes par an, soit environ le sixième de la production annuelle globale de leurs mines, et à peu près le double de la consommation totale de la France avant la guerre (1).

Ce calcul est basé sur l'hypothèse de la production de l'énergie par stations centrales à vapeur. Mais, du moment qu'il s'agit de traction électrique, tous autres moyens de production électrique, en dehors de ceux offerts par l'emploi de la vapeur, peuvent être envisagés : en particulier la production par usines hydrauliques et par usines marémotrices. Or tel est précisément le cas de la Bretagne, où l'électrification sera opérée par la force pélagique.

Indépendamment de la suppression du combustible, la substitution de la traction électrique aux locomotives à vapeur donnera lieu à des économies de main-d'œuvre qui ne doivent pas être négligées. L'expé-

1. Sur la ligne des Montagnes rocheuses, 1 kilowatt-heure a remplacé plus de 3 kilogs de charbon.

rience a confirmé à ce sujet ce que tous les spécialistes prévoyaient déjà : le service effectif d'une locomotive électrique est, toutes choses égales d'ailleurs, très supérieur à celui d'une locomotive à vapeur de même importance. Sur la ligne des Montagnes Rocheuses un locomoteur électrique a pu remplacer deux locomotives à vapeur pour trains de voyageurs et trois locomotives à vapeur pour service de marchandises. Il en résulte la possibilité d'une diminution considérable du personnel affecté au service des locomotives ; à cette économie numérique vient s'ajouter le fait, non moins important, que le personnel affecté aux locomotives électriques n'a pas besoin de la longue expérience professionnelle des mécaniciens de locomotives à vapeur ; il peut être rendu apte à ces fonctions par une préparation de beaucoup plus courte durée. En résumé, même en tenant compte du personnel qui, avec la traction électrique, doit nécessairement être affecté aux sous-stations d'alimentation, la comparaison de l'effectif nécessaire pour le service des lignes électriques et celui des lignes à vapeur, donne lieu à un avantage très grand en faveur des premières. Etant donnée la diminution des heures de travail qui résultent des nouvelles législations, il y a une considération qui ne saurait être trop appréciée.

Mais nous n'avons pas encore épuisé les observations relatives à la présente matière. L'électrification des voies ferrées est en rapport assez étroit avec l'électrification rurale. Celle-ci, en effet, serait un problème

plus simple si la France, et particulièrement la Bretagne, était couverte d'un réseau de grandes artères à haute tension constituées par les lignes de chemin de fer électrifiées. Mais, envisagée du point de vue rural lui-même, l'électrification des chemins de fer n'est pas sans inconvénient. Le passage des lignes électriques à haute tension à travers un terrain boisé n'admet guère de déviation ; les propriétaires des terrains traversés sont obligés de subir la servitude de passage avec toutes ses conséquences. Ainsi, en Sologne, où la Compagnie d'Orléans vient d'établir le tracé des lignes électriques qui doivent alimenter les voies de Paris à Orléans et à Vierzon, les propriétaires lésés ont formé un groupement de défense de leurs intérêts. Des expertises contradictoires ont été faites : l'une par les propriétaires, l'autre par la Compagnie. Les deux parties ont constitué arbitres à l'effet de fixer, sans appel, les dommages des intéressés. Ces arbitres se sont transportés sur chaque domaine, ont procédé sur place à leurs évaluations et ont rendu rapidement leurs sentences devant lesquelles les intéressés se sont inclinés. Des circonstances semblables étant de nature à se renouveler en beaucoup de points du territoire, spécialement dans la région bretonne, il est intéressant de signaler l'exemple donné par la Compagnie d'Orléans et les propriétaires de la Sologne.

Chaque installation de transport de force comprend deux lignes à 25 mètres l'une de l'autre. Comme à droite et à gauche de cette surface, sur une largeur de

30 à 35 mètres, il ne doit plus exister d'arbres de haut jet, dont la chute pourrait atteindre les fils électriques, la servitude de non-plantation intéresse une largeur de 85 mètres au moins. Dans cet espace seront seulement tolérés les taillis à la condition de ne pas dépasser 5 mètres de hauteur. C'est encore un sacrifice à faire au progrès !

CONCLUSION

Ne sommes-nous pas autorisés, au terme de cette étude, à affirmer notre croyance dans un brillant avenir économique de la région bretonne? Et cette croyance, loin d'être un acte de foi aveugle, ne procède-t-elle pas des considérations les plus positives?

L'utilisation de la force pélagique, scientifiquement et mûrement étudiée, est en voie de réalisation à l'Aber-Vrac'h. La possibilité d'un réseau d'usines marémotrices et hydrauliques est incontestable.

Dès lors ce n'est pas concevoir une chimère, mais simplement discerner les conséquences des faits, que d'affirmer les transformations et l'expansion économiques de la Bretagne. L'électricité rénovera la ferme bretonne, en y accomplissant toutes les besognes naguère effectuées par la force des bras, secondera tous les petits métiers à domicile, animera et développera les industries alimentaires des conserves déjà si florissantes.

Presque exclusivement agricole jusqu'ici, la Bretagne deviendra un pays intensément industriel. L'industrie textile, les industries métallurgiques, les industries des matériaux de construction, les industries chimiques,

les industries du bois, recevront une vigoureuse impulsion. L'essor industriel s'accompagnera de l'électrification des chemins de fer pour le bien général.

Sous l'action de l'électricité, la Bretagne métamorphosée connaîtra la vie d'une région grande productrice, et, par suite, grande exportatrice de produits de toutes sortes.

Produisant en surabondance l'énergie électrique, elle sera exportatrice de cette énergie elle-même. On sait qu'aujourd'hui le transport de la force est envisagé même sous un aspect international. La question des échanges internationaux d'énergie a vivement préoccupé les milieux industriels suisses (1). Pour nous en tenir à l'économie nationale, on aperçoit que la région bretonne pourra fournir du courant aux autres régions françaises, spécialement à la région industrielle de Caen où elle facilitera l'exploitation des gisements de fer.

La richesse d'une région concourt à la richesse de la nation tout entière. Les intérêts de l'une et de l'autre sont étroitement solidaires, sinon souvent confondus. Considérons, par exemple, le rôle du développement industriel de la Bretagne dans la défense nationale. Il est cruellement évident que la France s'est mal trouvée d'avoir eu, en 1914, le centre de gravité de son in-

1. V. *Revue générale de l'électricité*, 7 mars 1924, p. 387 et le décret du 4 septembre 1924 réglementant l'exportation de l'énergie électrique (Suisse) *Schweizerische Bauzeitung*, 4 octobre 1924, tome XXXIV, p. 170-173.

dustrie rapproché de sa frontière Nord-Est ; le calcul de l'Allemagne fut que nous serions mis dans l'impossibilité de résister longuement et victorieusement, par l'invasion de nos départements industriels du Nord et de l'Est, qu'elle avait la certitude de pouvoir exécuter rapidement. Si ce premier coup ne nous a pas été fatal, il n'en reste pas moins qu'il a été terrible et qu'il importe d'écarter à l'avenir le centre de gravité de l'industrie nationale de toute frontière terrestre en développant le plus possible les établissements sidérurgiques du côté de l'Ouest, comme la possibilité en existe, puisque le minerai y est abondant et que l'on y trouve aussi, dans la mer, une abondante source d'énergie naturelle. On a aussi beaucoup parlé de la nécessité de décongestionner industriellement la région parisienne. La Bretagne est qualifiée, par le progrès industriel auquel l'invite l'énergie pélagique encore inemployée, non moins que par son attachement maintes fois prouvé à la France, pour détenir et gérer une portion importante des industries nationales de paix et de guerre. N'avions-nous pas raison de dire, en commençant, qu'en travaillant au progrès de la région, cette architrave nationale, le régionaliste travaille pour la nation tout entière.

Les diverses régions de la France peuvent être l'objet d'une étude semblable à celle que nous venons de faire pour la Bretagne. Chacune d'elles peut donner le tableau de ses ressources et de ses possibilités. Du rapprochement de ces monographies doit sortir un plan

général d'aménagement rationnel de la France, qui ne contrariera nullement les plans particuliers régionaux déjà élaborés.

Au point de vue de la production de l'électricité, quelles seraient les lignes générales de l'organisation de la France? Dans n'importe quel régime politique, la supériorité de la production en grand n'est plus à démontrer. Conviendrait-il de grouper en un syndicat obligatoire tous les producteurs d'électricité, puis en un autre syndicat les commerçants de l'électricité qui achèteraient le courant au syndicat industriel de production? Conviendrait-il de laisser chaque région produire, transporter et livrer elle-même l'électricité? La discussion de ces questions déborderait le cadre de notre travail, exclusivement régionaliste.

Quant au régime légal et administratif de l'organisation dont nous parlons, on peut l'envisager d'après les directives acceptées par le législateur du 16 octobre 1919. Depuis longtemps, on s'accordait à reconnaître l'insuffisance de notre législation civile pour résoudre d'une façon satisfaisante les conflits d'intérêts nés du développement des usines hydrauliques ou hydro-électriques et des applications nouvelles du transport de la force à distance. Mais il y avait divergence sur le choix des moyens : les uns se prononçant en faveur de la constitution d'un monopole nouveau, analogue à celui résultant pour les concessionnaires des mines de la loi de 1810, d'autres en faveur du régime des concessions temporaires, d'autres enfin donnant la préfé-

rence à un système tendant à faciliter, par voie de licitation, la concentration aux mains des usiniers des droits d'usage appartenant, d'après le Code civil, à tous les riverains. Les trois thèses furent longuement discutées au Congrès de la houille blanche (Grenoble, septembre 1902), à la Société d'Etudes législatives et dans les commissions de la Chambre. Sans la guerre, ces débats académiques auraient pu s'éterniser. Mais, en présence du péril commun et des nécessités supérieures de la défense nationale, les oppositions systématiques se turent. Chacun comprit qu'il était temps de procéder, par une étroite coopération des pouvoirs publics et des initiatives privées, à l'aménagement rationnel de nos cours d'eau, et, partant de ces idées premières, le gouvernement réussit à faire voter, en deux ans, une loi sur l'utilisation de l'énergie hydraulique, dont il est permis d'attendre les plus heureux résultats. Ramené à ses grandes lignes, le régime édicté par la loi du 16 octobre 1919 dont l'analogie avec la loi du 9 septembre 1919 sur les mines est évidente, a pour caractéristiques essentielles : la faculté pour l'Etat d'opter entre la concession ou l'autorisation, temporaires l'une et l'autre, et la régie directe ; — la participation de l'Etat, en cas de concession ou d'autorisation, aux bénéfices et à la gestion, — l'attribution au concessionnaire d'un droit immobilier *sui generis*, lui conférant à l'encontre des usagers les droits les plus étendus ; — la participation du personnel aux bénéfices et à la gestion.

Aussi bien l'exécution de tout plan d'aménagement exige-t-elle d'énormes capitaux. Ceux-ci seront fournis par l'Etat, par les personnes morales, par les particuliers.

L'Etat a le devoir de fournir son appui financier aux entreprises de production d'énergie électrique spécialement aux usines mérémotrices. Il sait se résigner à placer à fonds perdu quand il consacre ses crédits au creusement d'un canal, à la construction d'un pont, d'un viaduc, à l'établissement des routes ; il n'ignore pas qu'il s'y retrouvera par les profits indirects que lui rapporteront, à plus ou moins longue échéance, les facilités économiques achetées de la sorte. Mais, lorsqu'il s'agit de l'exploitation de la force pélagique, il n'est pas nécessaire d'en venir à l'extrémité du placement à fonds perdu, puisqu'il y aura toujours produit immédiat de la vente des kilowatts-heure récoltés. Il paraît donc que la nature de l'appui financier que l'Etat est en devoir d'accorder aux entreprises de production d'électricité soit simplement la garantie d'intérêt qu'il accorde généralement aux entreprises d'intérêt national.

Les personnes morales, bénéficiant des entreprises dont il s'agit, devront aussi participer à leur établissement et à leur marche.

Quant au concours des capitaux privés, comment pourrait-on le mettre en doute, aujourd'hui, en présence de l'essor considérable des industries électriques ? Les besoins industriels, domestiques et somptuaires

en énergie électrique ne font que croître, réservant à cette branche de notre activité un champ immense. Durant la seule année 1924 il a été investi dans les entreprises de production et de distribution d'énergie électrique, environ 300 millions de francs, dont près des cinq sixièmes sous forme d'augmentation du capital. La même année 143.000.000 de francs ont été investis dans les industries de l'électrométallurgie et de l'électrochimie.

Il appartient enfin aux banques de diriger l'épargne vers la production et l'utilisation de l'électricité. Ce rôle incombe aux grands établissements de crédit et aux banques régionales. Il y a un régionalisme financier comme un régionalisme économique. Dans chaque région, la tâche des banques est indiquée par les nécessités de l'évolution régionale, encouragée par l'abondance des richesses naturelles à mettre en œuvre, favorisée par l'esprit d'initiative et de suite des industriels. Mais régionalisme n'est pas séparatisme. Régionalisme ne signifie pas existence égoïste d'une région en soi et pour soi, mais, bien au contraire, culture intensive de toutes les semences qui lui sont propres pour en faire une moisson capable d'enrichir avec plus de vigueur et d'éclat le patrimoine même de la nation. Les banques françaises doivent coordonner et faire converger leurs efforts vers les grandes fins à atteindre, animer leur action de cet idéal créateur qui fera, en même temps que le prestige régional, la grandeur économique et sociale de la France.

BIBLIOGRAPHIE

- AMET (Vice-amiral). — La Houille bleue, 1922.
- BERGET. — Les vagues de la mer. Leur mécanisme. Leurs lois
Leur utilisation. *La Science et la Vie*, avril 1926.
- BERGET. — L'eau des mers et ses richesses. *La Science et la Vie*, septembre 1925.
- BROUSSOUSSE. — Les locomotives de la Compagnie du Midi.
Technique moderne, mai et août 1924.
- CROBER. — En captant la chaleur solaire, nous pourrions nous
passer de charbon. *La Science et la Vie*, 14 mai 1914.
- CLAMENS. — Après la houille blanche, nous allons avoir la
houille bleue. *La Science et la Vie*, juillet 1919.
- FLORIOT. — L'électricité à la ferme. *La Science et la Vie*,
juillet 1920.
- FOURCAULT. — L'utilisation des petites chutes d'eau est ren-
due possible par les turbines auto-régulatrices. *La Science et la Vie*, août 1924.
- JAPIOT et FERRAND. — La traction électrique aux Etats-
Unis, 1921.
- MAYNARD. — Etude sur l'utilisation de la force des marées,
Revue générale de l'électricité, 1918.
- MIHURA (J.). — Le Régionalisme. *Revue des sciences politiques*,
15 juin 1920.
- PARODI. — Les nouvelles locomotives électriques de la Com-
pagnie d'Orléans. *Revue générale des Chemins de fer*
mars 1922.
- PERRET (A.). — Les progrès de la météorologie en ces der-
nières années. Conférence 19 mai 1926. Soc. Met.,
1926.

Bulletin de la Société civile des Ingénieurs de France, 1920 et suivants.

Journal officiel, 17 août 1924.

La Journée industrielle, 9 septembre 1924.

La Science et la Vie, 1923 et 1924.

La Technique moderne, 1910-1914-1919 et suivantes.

Revue générale des Chemins de fer, 1920 et suivantes.

Revue générale d'électricité, 1920 et suivantes.

Rapport du Comité d'études pour l'électrification des Chemins de fer. Paris, 1920.

Zweizerische Bayzeitung, 4 octobre 1924. (Règlement d'exportation de l'énergie électrique.)

Vu : le Président de la thèse,
E. ALLIX

Vu : le Doyen,
BERTHÉLEMY

Vu et permis d'imprimer
Le Recteur de l'Académie de Paris,
P. LAPIE

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	5
CHAPITRE PREMIER. — <i>Les usines marémotrices. Le plan d'aménagement de la Bretagne</i>	17
<i>Section I.</i> — Qu'est-ce qu'une section marémotrice?	23
<i>Section II.</i> — L'Aber-Wrac'h.....	39
<i>Section III.</i> — Les possibilités de la Bretagne.....	49
CHAPITRE II. — <i>Les utilisations de l'électricité dans l'agriculture et les industries alimentaires</i>	61
CHAPITRE III. — <i>Les utilisations industrielles de l'électricité</i>	75
Industrie minière	75
Industrie textile	77
Industries métallurgiques	77
Industrie des matériaux de construction.....	78
Industries chimiques.....	79
Industries du bois.....	82
Industries diverses.	87
Industrie ferroviaire. Electrification des chemins de fer.....	87
CONCLUSION	101
BIBLIOGRAPHIE.....	109

